



ΔΗΜΟΚΡΙΤΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΡΑΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ

ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
“ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ & ΠΡΟΠΟΝΗΤΙΚΗ”**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Βιοχημικό προφίλ και δείκτες φλεγμονής σε ποδοσφαιριστές
ερασιτεχνικού επιπέδου κατά τη διάρκεια της φάσης
προετοιμασίας**

Παναγιώτης Γεωργιάδης [Α.Ε.Μ. 13037]

Η παρούσα Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία-υποβλήθηκε στο Τμήμα Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου Θράκης για την απόκτηση Μεταπτυχιακού Διπλώματος στη «Φυσιολογία της Άσκησης & Προπονητική» στην Ειδίκευση “Φυσιολογία της Άσκησης”

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Επιβλέπων Καθηγητής: Γρηγόρης Μπογδάνης, Καθηγητής Τ.Ε.Φ.Α.Α. – Ε.Κ.Π.Α.

2ο Μέλος: Ηλίας Σμήλιος, Αναπληρωτής Καθηγητής Τ.Ε.Φ.Α.Α. – Δ.Π.Θ.

3ο Μέλος: Αγγελική Παπαπαναγιώτου, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Ιατρική Σχολή – Ε.Κ.Π.Α.

Κομοτηνή, 2023



DEMOCRITUS UNIVERSITY OF THRACE

SCHOOL OF PHYSICAL EDUCATION AND SPORTS SCIENCE

DEPARTMENT OF PHYSICAL EDUCATION AND SPORTS SCIENCE

POSTGRADUATE PROGRAM

"EXERCISE PHYSIOLOGY & SPORTS TRAINING SCIENCE"

MASTER DISSERTATION

Biochemical profile and muscle inflammation indices in amateur soccer players at the preparation period

Panagiotis Georgiadis [R.N. 13037]

A thesis submitted in partial fulfilment of the requirements for the Master's Degree in "Exercise Physiology and Sports Training Science" of the Department of Physical Education and Sport Science, Democritus University of Thrace, specialized in Exercise Physiology

COMMITTEE OF EXAMINERS

Supervisor: Gregory Bogdanis, Professor D.P.E.S.S. – National and Kapodistrian University of Athens

Member 2: Ilias Smilios, Associate Professor D.P.E.S.S. - DUTH

Member 3: Aggeliki Papapanagiotou, Associate Professor Medical School - National and Kapodistrian University of Athens

Komotini, 2023

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες προς αρκετά άτομα που συνέβαλαν ουσιαστικά στην ολοκλήρωση της μεταπτυχιακής μου διατριβής.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Γρηγόρη Μπογδάνη Καθηγητή ΣΕΦΑΑ Αθηνών, ο οποίος υπήρξε ο επιβλέπων καθηγητής μου. Η καθοδήγησή του, η εμπιστοσύνη που μου έδειξε και η αφοσίωσή του στην ανάπτυξη των ερευνητικών μου δεξιοτήτων ήταν ανεκτίμητες. Οι συνεχείς του παρατηρήσεις και συμβουλές με βοήθησαν να βελτιώσω την εργασία μου σημαντικά. Ιδιαίτερες ευχαριστίες θα ήθελα να εκφράσω στον κ. Ηλία Σμήλιο, Αναπληρωτή καθηγητή, για την συμβολή του στην υλοποίηση της εργασίας. Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την κ. Αγγελική Παπαπαναγιώτου, Αναπληρώτρια καθηγήτρια στην Ιατρική Σχολή Αθηνών, και την κ. Αγγελική Ευαγγελάτου, Αναπληρώτρια καθηγήτρια στην Ιατρική Σχολή Αθηνών, για την πολύτιμη βοήθεια τους στις βιοχημικές και αιματολογικές αναλύσεις. Επιπροσθέτως θα ήθελα να αναφερθώ στην κα Αικατερίνη Καμπόλη, επαγγελματία υγείας, που βοήθησε στις αιμοληψίες από τους αθλητές. Η φροντίδα και η επαγγελματική της προσέγγιση συνέβαλαν στην ομαλή διεξαγωγή των δειγματοληπτικών διαδικασιών.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον κ. Πιέρρο Θωμάκο, Ε.Ε.Π. στη ΣΕΦΑΑ Αθηνών στον τομέα αθλοπαιδιών στην προπονητική ποδοσφαίρισης, ο οποίος συνέβαλε σημαντικά στην μεθοδολογία, στην ολοκλήρωση των μετρήσεων, στην εφαρμογή του προγράμματος και στη στατιστική ανάλυση των δεδομένων για την ολοκλήρωση της διατριβής. Η εμπειρία και η εμπειρογνωμοσύνη του αποδείχθηκαν πολύτιμες κατά τη διάρκεια της έρευνάς μου.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους αθλητές της ομάδας ποδοσφαίρου “Θύελλας Αγ. Δημητρίου” που συμμετείχαν στην έρευνα. Η αφοσίωση και η συνεργασία τους ήταν απαραίτητες για την επίτευξη των αποτελεσμάτων. Η συμμετοχή τους ενίσχυσε την αξιοπιστία της μεταπτυχιακής μου διατριβής.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Γεωργιάδης Παναγιώτης: Βιοχημικό προφίλ και δείκτες φλεγμονής σε ποδοσφαιριστές ερασιτεχνικού επιπέδου κατά τη διάρκεια της φάσης προετοιμασίας.

(Με την επίβλεψη του Καθηγητή Γρηγόρη Μπογδάνη)

Κατά τη διάρκεια της περιόδου προετοιμασίας στο ποδόσφαιρο, πραγματοποιείται προπόνηση με υψηλό όγκο και σταδιακά αυξανόμενη ένταση με στόχο να επέλθουν οι επιθυμητές προσαρμογές. Στην περίοδο αυτή παρατηρείται αυξημένη κόπωση, υποδεικνύοντας την αναγκαιότητα συστηματικής παρακολούθησης του προπονητικού φορτίου και των βιολογικών αποκρίσεων του οργανισμού. Σκοπός της έρευνας ήταν να μελετηθούν οι μεταβολές του βιοχημικού προφίλ και δεικτών μυϊκής βλάβης στις πρώτες τέσσερις εβδομάδες της περιόδου προετοιμασίας. Συμμετείχαν 13 ποδοσφαιριστές ομάδας της Ένωσης Ποδοσφαιρικών Σωματείων Αθηνών της Α' ερασιτεχνικής κατηγορίας (ηλικία $19,7 \pm 2,0$ έτη, ύψος $1,80 \pm 0,07$ m, βάρος $73,0 \pm 6,8$ kg, σωματικό λίπος $8,6 \pm 3,5$ %). Αιμοληψίες έγιναν στην 1η και την 4η εβδομάδα, πριν την έναρξη της πρώτης προπόνησης της εβδομάδας, καθώς και 24 και 48 ώρες μετά. Η αντοχή και η αλτικότητα αξιολογήθηκαν με δοκιμασίες πεδίου (Yo-Yo IR1 test και κατακόρυφο άλμα), την πρώτη ημέρα της 1ης και 4ης εβδομάδας, ενώ στο τέλος κάθε εβδομάδας πραγματοποιούνταν μετρήσεις της αλτικότητας. Στην 4η εβδομάδα προπόνησης παρατηρήθηκε μείωση της συγκέντρωσης του ουρικού οξέος ($-6,2\%$, $p = 0,043$) και της ουρίας (12% , $p = 0,026$). Η συγκέντρωση κρεατινικής κινάσης ήταν υψηλότερη μόνο την πρώτη ημέρα της 4ης εβδομάδας σε σύγκριση με την 1η (200 ± 122 vs. 362 ± 330 U/L, $p < 0,001$), αλλά όλες οι τιμές ήταν υψηλότερες από το ανώτερο φυσιολογικό για μη-αθλητές. Δεν βρέθηκαν μεταβολές στο λιπιδαιμικό προφίλ, στις τρανασμινάσες, στην αιμοσφαιρίνη, αιματοκρίτη και στα λευκά αιμοσφαίρια. Αύξηση, εντός των φυσιολογικών ορίων, παρουσίασε ο μέσος όγκος ερυθρών αιμοσφαιρίων ($84,9 \pm 7,4$ vs. $86,1 \pm 7,5$, $p < 0,001$), ενώ η συγκέντρωση ερυθροποιητίνης μειώθηκε σημαντικά ($6,56 \pm 3,77$ vs. $4,39 \pm 2,79$ IU/L, $p < 0,001$). Το Yo-Yo IR1 έδειξε σημαντική αύξηση στην διανυόμενη απόσταση ($1.560,0 \pm 356,28$ vs. $2.123,08 \pm 412,62$ m, $p < 0,001$) ενώ το κατακόρυφο άλμα μειώθηκε από την πρώτη εβδομάδα έως και το τέλος της 4ης εβδομάδας κατά 13-19% ($p < 0,001$). Συμπερασματικά, μετά από

τέσσερις εβδομάδες προετοιμασίας, βελτιώνεται η αντοχή, αλλά μειώνεται η αλτική ικανότητα, ενώ το βιοχημικό προφίλ είναι ενδεικτικό αυξημένου, αλλά ελεγχόμενου προπονητικού φορτίου.

Λέξεις - Κλειδιά: *περίοδος προετοιμασίας, βιοχημικό προφίλ, αιματολογικό προφίλ, Yo-Yo τεστ, κατακόρυφο άλμα.*

ABSTRACT

Georgiadis Panagiotis: Biochemical profile and muscle inflammation indices in amateur soccer players at the preparation period.

(Under the supervision of Professor Gregory Bogdanis)

During the preparation period in football, training is carried out with high volume and gradually increasing intensity in order to bring about the desired adaptations. During this period there is increased fatigue, indicating the necessity of systematic monitoring of the training load and the biological responses of the body. The aim of this study was to examine the changes in the biochemical profile and muscle damage markers during the first four weeks of the preparation period. Participants were 13 football players of the Athens Football Association of the A' amateur league (age 19.7 ± 2.0 years, height 1.80 ± 0.07 m, weight 73.0 ± 6.8 kg, body fat 8.6 ± 3.5 %). Blood samples were taken at weeks 1 and 4, before the start of the first training session of the week, and 24 and 48 hours after. Endurance and jump ability were assessed by field tests (Yo-Yo IR1 test and countermovement jump-CMJ) on the first day of the 1st and 4th week, while at the end of each week measurements CMJ were performed. In the 4th week of training, a decrease in uric acid (-6.2% , $p= 0.026$) and urea (-12% , $p= 0.043$) concentrations was observed. Creatine kinase concentration was higher only on day 1 of week 4 compared to day 1 (200 ± 122 vs. 362 ± 330 U/L, $p< 0.001$), but all values were higher than upper normal for non-athletes. No changes were found in the lipid profile, transaminases, haemoglobin, haematocrit and white blood cells. The mean red blood cell volume increased within normal limits (84.9 ± 7.4 vs. 86.1 ± 7.5 , $p< 0.001$), while the erythropoietin concentration decreased significantly (6.56 ± 3.77 vs. 4.39 ± 2.79 IU/L, $p< 0.001$). The Yo-Yo IR1 showed a significant increase in distance travelled ($1,560.0 \pm 356.28$ vs. $2,123.08 \pm 412.62$ m, $p< 0.001$) while vertical jump decreased from week 1 to the end of week 4 by 13 - 19% ($p< 0.001$). In conclusion, after four weeks of preparation, endurance improves but jumping ability decreases, while the biochemical profile is indicative of an increased but controlled training load.

Key words: *preparation period, biochemical profile, hematology profile, Yo-Yo test, vertical jump.*

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	3
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	4
ABSTRACT.....	6
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ.....	8
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	10
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ.....	11
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	12
1.1. Σκοπός.....	15
1.2. Ερευνητικές υποθέσεις.....	16
1.3. Οριοθετήσεις και Περιορισμοί.....	16
1.4. Ορισμοί και συντομογραφίες.....	16
2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	20
2.1. Συμμετέχοντες.....	20
2.2. Πειραματικός Σχεδιασμός.....	20
2.3. Προπόνηση της προ-αγωνιστικής περιόδου.....	21
2.4. Μετρήσεις.....	23
2.4.1. Σωματομετρήσεις.....	23
2.4.2. Αιμοληψίες και Αναλύσεις.....	23
2.4.3. Μέτρηση κατακόρυφου άλματος.....	24
2.4.4. Μέτρηση αερόβιας ικανότητας.....	25
2.4.5. Μέτρηση του δείκτη υποκειμενικής αντίληψης της κόπωσης (RPE).....	25
2.5. Στατιστική ανάλυση.....	26
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	27
3.1. Αιματολογικό Προφίλ.....	27
3.2. Βιοχημικό Προφίλ.....	28
3.3. Τεστ αερόβιας ικανότητας και τεστ αλτικής ικανότητας.....	31
3.4. Υποκειμενικός Δείκτης Αντίληψης Κόπωσης (RPE).....	32
4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	33

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ 40

6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 41

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1.	Πλάνο προπονητικών μονάδων της πειραματικής περιόδου των 4 εβδομάδων.....	22
Πίνακας 2.	Εβδομαδιαίος κατά μερισμός των περιεχομένων της προπόνησης, ο συνολικός χρόνος του κάθε στοιχείου και ο μέσος όρος με την τυπική απόκλιση (\pm SD)	23

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1. Σχεδιάγραμμα πλάνου μετρήσεων και αιμοληψιών των δοκιμαζόμενων.....	21
Σχήμα 2. Τιμές Μέσου όγκου ερυθρών αιμοσφαιρίων (MCV) τις ημέρες 1, 2 και 3 της εβδομάδας. Την 1η (προ) και την 4η (μετά) εβδομάδα της παρέμβασης.....	27
Σχήμα 3. Συγκέντρωση ουρίας τις ημέρες 1,2 και 3 της εβδομάδας. Την 1η (προ) και την 4η (μετά) εβδομάδα της παρέμβασης.....	28
Σχήμα 4. Συγκέντρωση ουρικού οξέος τις ημέρες 1,2 και 3 της εβδομάδας. Την 1η (πριν) και την 4η (μετά) εβδομάδα της παρέμβασης.....	29
Σχήμα 5. Συγκέντρωση CK τις ημέρες 1,2 και 3 της εβδομάδας. Την 1η (προ) και την 4η (μετά) εβδομάδα της παρέμβασης.....	30
Σχήμα 6. Τιμές Ερυθροποιητίνης (EPO) τις ημέρες 1,2 και 3 της εβδομάδας. Την 1η (πριν) και την 4η (μετά) εβδομάδα της παρέμβασης.....	31
Σχήμα 7. Επίδοση CMJ ανά εβδομάδα σε σύγκριση με την αρχική τιμή πριν την έναρξη της περιόδου προετοιμασίας (PRE).....	31
Σχήμα 8. Με ράβδους (γκρι χρώμα) απεικονίζεται ο δείκτης υποκειμενικής αντίληψης κόπωσης (RPE) και οι ακαθόριστες τιμές (AU) και με συμπαγή γραμμή (μαύρο χρώμα) απεικονίζεται το CMJ (cm).....	32

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το ποδόσφαιρο είναι μια σωματικά απαιτητική δραστηριότητα που περιλαμβάνει περιόδους υψηλής έντασης τρεξίματος και σπριντ που εναλλάσσονται με περιόδους χαμηλότερης έντασης και παθητικής αποκατάστασης (Bansgbo, 1994). Κατά τη διάρκεια της προπόνησης και των επίσημων αγώνων, οι παίκτες διανύουν απόσταση που κυμαίνεται από 9-12 km και εκτελούν μεγάλο αριθμό έντονων ενεργειών όπως άλματα, χτυπήματα μπάλας, τάκλιν, αλλαγή κατεύθυνσης και επιταχύνσεις/επιβραδύνσεις που αυξάνουν το μυοσκελετικό φορτίο που επιβάλλεται στον παίκτη (Akenhead et al., 2016; Casamichana, Castellano & Castagna, 2012; Mohr et al., 2016). Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι αυτές οι δυναμικές ενέργειες είναι τόσο σύγκεντρες όσο και έκκεντρες, με τις δεύτερες να ευθύνονται κυρίως για τη μυϊκή βλάβη και τον πόνο, που συνοδεύεται από μειωμένη μυϊκή ισχύ (Fatouros et al., 2010; Nedelec et al., 2012; Thorpe et al., 2012). Αυτό προκαλείται όχι μόνο από την ίδια τη μυϊκή βλάβη αλλά και από το οξειδωτικό στρες που ακολουθεί αυτό το είδος έντονης άσκησης (Parapanagiotou et al., 2011; Souglis et al., 2015).

Η προπόνηση της προαγωνιστικής περιόδου στο ποδόσφαιρο, που ταυτίζεται με πολλά και έντονα φορτία επιβάρυνσης σε υψηλή ένταση, ελλοχεύει τον κίνδυνο της εμφάνισης μιας δυσαναλογίας της ποσότητας προπόνησης και του χρόνου που χρειάζεται ο οργανισμός του αθλητή για να αποκατασταθεί (Jones, Griffiths & Mellalieu, 2017).

Η ακατάλληλη διαχείριση των φορτίων προπόνησης μπορεί να οδηγήσει σε συσσωρευμένη κόπωση και κατά συνέπεια σε ασθένεια, τραυματισμό, μη λειτουργική υπέρβαση και στο σύνδρομο υπερπροπόνησης (Greenham et al., 2018; Halson, 2014). Για την παρακολούθηση της επιβάρυνσης και των φορτίων προπόνησης, θα πρέπει να αξιολογούνται η εξωτερική ["το προπονητικό φορτίο" (Impellizeri et al., 2020)] και η εσωτερική επιβάρυνση ["η υποκειμενική κόπωση του κάθε αθλητή" (Impellizeri et al., 2020, Impellizeri et al., 2019)] (Bourdon et al., 2017). Η εξωτερική επιβάρυνση μπορεί να υπολογιστεί μέσω συσκευών παρακολούθησης. Για τον προσδιορισμό του εσωτερικού φορτίου, οι προπονητές συχνά βασίζονται στην υποκειμενική αντίληψη κόπωσης (RPE) ή στις επιδόσεις άλματος (Halson, 2014, Schneider et al., 2018). Η υποκειμενική αντίληψη κόπωσης είναι ελάχιστα αντικειμενική και μπορεί να μεροληπτεί, ανάλογα με το που κυμαίνονται οι τιμές των υπολοίπων (Brink et al., 2014). Η επίδοση άλματος θεωρείται

δείκτης νευρομυϊκής κόπωσης, αντανακλώντας την οξεία και την χρόνια επιβάρυνση (Claudino et al., 2017). Ωστόσο, μελέτες δείχνουν αντικρουόμενα αποτελέσματα όσον αφορά τα διαφορετικά αθλήματα, με λίγες γνώσεις σχετικά με τις σχετικές μεταβλητές που πρέπει να αναλύονται (Gathercole et al., 2015). Για να ξεπεραστούν αυτές οι αδυναμίες, οι βιοδείκτες με βάση το αίμα (δηλαδή "δείκτες φυσιολογικών βιολογικών διεργασιών") (Group F-NBW, 2016) χρησιμοποιούνται αυτή την στιγμή συστηματικά στο κορυφαίο επίπεδο του αθλητισμού για τον αντικειμενικό προσδιορισμό του οξέος εσωτερικού φορτίου ή για την εκτίμηση του εσωτερικού φορτίου μέσω της αξιολόγησης της κόπωσης/καταπόνησης/βλάβης των ιστών ή των οργάνων ή των διαδικασιών αποκατάστασης.

Η εντατική προπόνηση με την πρόκληση κόπωσης είναι απαραίτητη για να επέλθουν προσαρμογές και βελτίωση της απόδοσης, υποδεικνύοντας την αναγκαιότητα συστηματικής παρακολούθησης του εσωτερικού φορτίου (Kellmann, 2010; Greenham et al., 2018). Η παρακολούθηση αυτών των αλλαγών θα έδινε στους προπονητές μια ένδειξη του ατομικού προπονητικού φόρτου, έτσι ώστε να μπορούν να γίνουν προσαρμογές στο πρόγραμμα προπόνησης (Borresen & Lambert, 2008). Έτσι μπορεί να αποφευχθεί η υπερβολική προπόνηση ή η υπέρβαση και η απόδοση της φυσικής κατάστασης θα μπορούσε να μεγιστοποιηθεί (Borresen & Lambert, 2008). Μια μεγάλη ποικιλία φυσιολογικών δεικτών έχει χρησιμοποιηθεί για τη μακροχρόνια παρακολούθηση των αθλητών (Heisterberg et al., 2013; Silva et al., 2014). Οι αιματολογικοί δείκτες έχουν θεωρηθεί σημαντικοί δείκτες προσαρμογής σε διαφορετικά φορτία προπόνησης (Walker et al., 2019; Saidi et al., 2019). Επιπλέον, ορμονικοί δείκτες και δείκτες φλεγμονής έχουν αναγνωρισθεί ως αξιόπιστοι δείκτες της προπονητικής επιβάρυνσης και ως εκ τούτου μπορούν να θεωρηθούν σημαντικοί στη αξιολόγηση των αθλητών (Silva et al., 2014; Hackney, 2020; Coppalle et al., 2019).

Υπάρχουν μετρήσιμοι δείκτες που αποτυπώνουν την μεταβολική και μηχανική επιβάρυνση σημαντικών οργάνων και ιστών στο ανθρώπινο σώμα. Η μελέτη αυτών των δεικτών χρησιμεύει στο επιστημονικό προσωπικό που είναι υπεύθυνο για την ιατρική επίβλεψη της ομάδας όπως ο αθλητίατρος και ο εργοφυσιολόγος της ομάδας. Επιπρόσθετα, στο ποδόσφαιρο η κατανάλωση ενέργειας εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό και από τους δύο μηχανισμούς παραγωγής ενέργειας, το αερόβιο και αναερόβιο σύστημα (Bansgbo, 1994). Επομένως γνωρίζοντας ότι το ποδόσφαιρο εξαρτάται από το σύστημα

μεταφοράς οξυγόνου, η έντονη προπόνηση μπορεί να επηρεάσει τη λειτουργία των αιματολογικών συστατικών που επιδρούν σημαντικά στο σύστημα μεταφοράς του οξυγόνου όπως είναι η αιμοσφαιρίνη και σχετίζεται με την αυξομείωση της απόδοσης.

Τα λευκά αιμοσφαίρια (WBC), αποτελούν δείκτη για οξείες λοιμώξεις, ενώ οι χρόνιες αυξήσεις χρησιμεύουν ως δείκτη για χρόνιες ασθένειες. Σήμερα, είναι γνωστό ότι τα WBC αυξάνονται κατά τη διάρκεια και μετά από μεμονωμένες περιόδων άσκησης ανάλογα με τον τρόπο άσκησης, την ένταση, και τη διάρκεια, με τις πιο έντονες αντιδράσεις να παρατηρούνται μετά από μακροχρόνιες, εντατικές περιόδους άσκησης αντοχής (Simpson, 2013, Commasi et al., 2015). Η ουρία έχει θεωρηθεί ως δείκτης που αντικατοπτρίζει την οξεία και χρόνια προπονητική επιβάρυνση, ιδίως σε αθλήματα αντοχής μεγάλου όγκου και υψηλής έντασης, όπου η διατήρηση του ισοζυγίου αζώτου αποτελεί πρόκληση λόγω των υψηλών θερμιδικών δαπανών (Hecksteden et al., 2016, Djaoui, Haddad, Chamari, & Dellal, 2017). Ωστόσο, οι έρευνες των τελευταίων δεκαετιών έχουν δείξει ότι η μέτρηση της ουρίας στο αίμα, χωρίς να λαμβάνονται υπόψη οι ρυθμοί απέκκρισης με τα ούρα και οι απώλειες ουρίας με την εφίδρωση, δεν φαίνεται να αντικατοπτρίζει επαρκώς τις πτυχές της επιβάρυνσης. Ωστόσο, μια μελέτη ανέδειξε τη δυνατότητα της ουρίας να αντανakλά ενδεχομένως πτυχές της κόπωσης σε ποδηλάτες κατά τη διάρκεια μιας προσομοιωμένης προπόνησης (Hecksteden et al., 2016), και μια συστηματική ανασκόπηση συζήτησε τη δυνατότητα της ουρίας να αντανakλά τις αλλαγές στην απόδοση (Greenham et al., 2018).

Η κινάση της κρεατίνης (CK) χρησιμοποιείται συχνά στην αθλητιατρική ως έμμεσος δείκτης της μυϊκής βλάβης (Mougiou, 2007). Είναι γνωστό ότι το επίπεδο της CK σε στο αίμα συνήθως αυξάνεται μετά από ασκήσεις, ιδίως όταν περιλαμβάνουν έκκεντρες συσπάσεις (Clarkson, 1997). Θεωρείται ότι η μηχανική καταπόνηση που ασκείται στον μυ έχει ως αποτέλεσμα τη βλάβη της μεμβράνης (Lieber & Friden, 1999), επιτρέποντας το μόριο της CK να εγκαταλείψει το κύτταρο και να εισέλθει στην κυκλοφορία του αίματος. Λόγω του μοριακού της μεγέθους, περίπου 82 kDa, η CK δεν είναι σε θέση να εισέλθει στην κυκλοφορία του αίματος μέσω της διαμεσοεπιθηλιακής οδού και πρέπει επομένως να απομακρυνθεί από το διάμεσο υγρό μέσω των λεμφαγγείων (Aktas et al., 1993). Η λεμφική μεταφορά της θεωρείται ότι να ευθύνεται για την καθυστέρηση από την επιβλαβή άσκηση και την ανιχνευσιμότητά της στο αίμα (Sayers & Clarkson, 2003).

Υπάρχει επίσης σημαντική αλλαγή στους αιματολογικούς δείκτες μετά από μια μακρά περίοδο προπόνησης ποδοσφαίρου. Η πρόσφατη μελέτη που διεξήχθη από τους Saidi et al. (2019) έδειξε αύξηση του όγκου πλάσματος (PV) και μείωση των συγκεντρώσεων αιμοσφαιρίνης (Hb) και αιματοκρίτη (Ht) μετά από 6 εβδομάδες εντατικής προπόνησης και αγώνων. Επιπλέον, οι Anđelković et al. (2015) εντόπισαν σημαντική αύξηση του PV κατά 7,5% και μείωση της Hb και του Ht μετά από 90 ημέρες ποδοσφαίρου προπόνησης σε ποδοσφαιριστές. Συνεπώς, η μείωση της Ht και του Hb κατά τη διάρκεια περιόδων έντονης προπόνησης ή αγώνων θα μπορούσε να εξηγηθεί με την έννοια της "αθλητικής αναιμίας" (Tim & Meister, 2011). Στην έννοια αυτή, η απόλυτη συγκέντρωση της Hb είναι αυξημένη, κυρίως λόγω της προκαλούμενης από την άσκηση διέγερσης της ερυθροκυττάρωσης- ωστόσο ο μηχανισμός αυτός καταστέλλεται από τη μακρά μεγαλύτερη αύξηση της PV (Schumacher et al., 2002). Επομένως γίνεται κατανοητό η ανάγκη παρακολούθησης και των αιματολογικών δεικτών με από μια περίοδο προετοιμασίας που χαρακτηρίζεται από τον υψηλό όγκο προπόνησης και της σταδιακά αυξανόμενης έντασης.

1.1. Σκοπός

Σκοπός της έρευνας ήταν να μελετηθούν οι αλλαγές, που θα προκαλέσουν οι 4 πρώτες εβδομάδες της προετοιμασίας μιας ομάδας ποδοσφαίρου, στο βιοχημικό προφίλ και σε δείκτες φλεγμονής των ερασιτεχνών παικτών της ομάδας. Για τον σκοπό αυτό αναλυθήκαν τρεις κατηγορίες βιοχημικών και αιματολογικών παραμέτρων. Αρχικά το σύστημα μεταφοράς οξυγόνου με δείκτες όπως τα ερυθρά αιμοσφαίρια, η αιμοσφαιρίνη, ο αιματοκρίτης, ο μέσος όγκος ερυθρών αιμοσφαιρίων. Επιπλέον δείκτες λειτουργίας των ιστών και των οργάνων όπως οι τρανσαμινάσες SGOT και SGPT, η ουρία και το ουρικό οξύ και η κρεατινίνη. Η μυϊκή βλάβη με την κρεατινική κινάση και η υπερπροπόνηση με τα λευκά αιμοσφαίρια. Επίσης η έρευνα είχε στόχο να δείξει τις αλλαγές που προκαλούν οι τέσσερις πρώτες εβδομάδες προετοιμασίας στην ικανότητα αντοχής και στην αλτική ικανότητα καθώς και να αποτυπώσει την κόπωση που αντιλαμβάνονται οι ποδοσφαιριστές από το πρόγραμμα παρέμβασης.

1.2. Ερευνητικές υποθέσεις

Οι βασικές ερευνητικές υποθέσεις που εξετάστηκαν στην παρούσα μελέτη είναι: Η προ αγωνιστική περίοδος ενδεχομένως μπορεί να επιφέρει κόπωση στους συμμετέχοντες που θα αποτυπωθεί στις μετρήσεις του κατακόρυφου άλματος με ταλάντευση και πιθανόν σε βιοχημικούς δείκτες, όπως η CK. Η προ αγωνιστική περίοδος θα βελτιώσει την αντοχή των συμμετεχόντων και αιματολογικούς δείκτες μεταφοράς οξυγόνου, όπως ο μέσος όγκος ερυθρών και η ερυθροποιητίνη, δεν θα επηρεάσει τους δείκτες λειτουργίας ιστών και οργάνων του σώματος των αθλητών, όπως κρεατινίνη και τρανσαμινάσες, και δεν θα επηρεάσει τους δείκτες υπερπροπόνησης, όπως τα λευκά αιμοσφαίρια.

1.3. Οριοθετήσεις και Περιορισμοί

Οι οριοθετήσεις της συγκεκριμένης έρευνας αναφέρονται ως εξής:

- Η προ αγωνιστική περίοδος της παρούσας έρευνας ήταν συγκεκριμένης χρονικής περιόδου και διήρκησε 4 εβδομάδες.
- Ο έλεγχος της διατροφής και η τήρηση των διατροφικών οδηγιών επαφιόταν στην ειλικρινή δήλωση των συμμετεχόντων.
- Μη χρήση GPS στους συμμετέχοντες κατά τη διάρκεια της προπόνησης με αποτέλεσμα να μην μπορεί να υπολογιστεί με ακρίβεια η εξωτερική προπονητική επιβάρυνση σε κάθε ποδοσφαιριστή.
- Η συγκεκριμένη έρευνα πραγματοποιήθηκε μόνο σε άνδρες ποδοσφαιριστές και ερασιτεχνικού αγωνιστικού επιπέδου.
- Οι αιμοληψίες πραγματοποιούνταν απογευματινές ώρες μισή ώρα πριν την προπόνηση και όχι νηστικοί τις πρωινές ώρες.
- Ως δείκτες ηπατικής λειτουργίας η συγκεκριμένη μελέτη εξέτασε τα ένζυμα SGOT και SGPT.
- Ως δείκτης μυϊκής βλάβης χρησιμοποιήθηκε η κρεατινική κινάση.
- Ως δείκτες για την νεφρική λειτουργία εξετάστηκε η ουρία και η κρεατινίνη.

1.4. Ορισμοί και συντομογραφίες

Τεστοστερόνη (T): Η τεστοστερόνη είναι η σπουδαιότερη ανδρογόνος στεροειδή ορμόνη. Εκκρίνεται από τους όρχεις και σε μικρότερο βαθμό από τον φλοιό των επινεφριδίων.

Κορτιζόλη (C): Ως απάντηση σε ένα ερέθισμα όπως το στρες, ο υποθάλαμος εκκρίνει την ορμόνη απελευθέρωσης της κορτικοτροπίνης. Αυτή η ορμόνη διεγείρει την έκκριση της φλοιοεπινεφριδιοτρόπου ορμόνη (ACTH) από την πρόσθια υπόφυση. Η ACTH με τη σειρά της, διεγείρει το φλοιό των επινεφριδίων να απελευθερώσει την γλυκοκορτικοειδή ορμόνη, κορτιζόλη. Η κορτιζόλη έχει πολλές λειτουργίες, Διεγείρει το σχηματισμό γλυκόζης (γλυκονεογένεση), Διεγείρει τη διάσπαση της αποθηκευμένης ενέργειας (λίπη, πρωτεΐνες, υδατάνθρακες), Προάγει την απόκριση του συμπαθητικού νευρικού συστήματος σε στρεσογόνους παράγοντες, Μειώνει τη φλεγμονή και τη λειτουργία του ανοσοποιητικού συστήματος, Διεγείρει την έκκριση γαστρικών οξέων κ.α.

Κρεατινική Κινάση (CK): Η κινάση της κρεατίνης (ή κινάση της φωσφοκρεατίνης, CK ή CPK) είναι ένα ένζυμο που βρίσκεται στους γραμμωτούς και στον καρδιακό μυϊκό ιστό και σε μικρότερες ποσότητες στον εγκέφαλο και αντανακλά τον μυϊκό τραυματισμό και την διαταραχή της δομής του μυός ως αποτέλεσμα μηχανικής φόρτισης ή του καταβολισμού των ιστών.

Ουρία (U): Η ουρία είναι η κατάληξη του μεταβολισμού του αζώτου στον άνθρωπο. Παράγεται στο ήπαρ μεταφέρεται με το αίμα στους νεφρούς και από εκεί αποβάλλεται με τα ούρα.

Θυρεοτρόπος ή θυρεοειδοτρόπος ορμόνη (TSH): Εκκρίνεται από τον πρόσθιο λοβό της υπόφυσης. Η TSH στη συνέχεια διεγείρει την παραγωγή και την απελευθέρωση της τριιωδοθυρονίνης (T3) και της θυροξίνης (T4) από τον θυρεοειδή αδένα. Καθώς τα επίπεδα των T3 και T4 αυξάνουν στο αίμα, η υπόφυση διεγείρεται για να μειώσει την παραγωγή της TSH μέσω ενός μηχανισμού αρνητικής ανάδρασης. Η μέτρηση της TSH στον ορό χρησιμοποιείται για την εκτίμηση της πιθανής δυσλειτουργίας του θυρεοειδούς αδένα και την ανίχνευση ήπιων μορφών (υποκλινικών) καθώς και εμφανών περιπτώσεων πρωτοπαθούς υπο- και υπερ-θυρεοειδισμού.

Κρεατινίνη (Cr): Η κρεατινίνη είναι το προϊόν της αφυδάτωσης της κρεατίνης από την οποία συνθέτετε η φωσφοκρεατίνη η οποία αποτελεί ως πηγή ATP για τους μυς σε σύντομες εκρηκτικές προσπάθειες. Χρησιμεύει ως δείκτης νεφρικής λειτουργίας.

Ερυθρά Αιμοσφαίρια (RBC): Κύτταρα υπεύθυνα για τη θρέψη του οργανισμού και τη μεταφορά οξυγόνου. Είναι αμφίκωλα σωματίδια, και σε ένα κυβικό χιλιοστό του αίματος περιέχονται περίπου 5 εκατομμύρια. Μεταφέρουν οξυγόνο στα κύτταρα του οργανισμού. Σχηματίζονται στον μυελό των οστών.

Λευκά Αιμοσφαίρια (WBC): Κύτταρα που παίρνουν μέρος στην άμυνα του οργανισμού. Είναι σφαιρικά, πιο μεγάλα από τα ερυθρά αιμοσφαίρια και άχρωμα. Σχηματίζονται στον σπλήνα, στους λεμφαδένες και στον μυελό των οστών. Σε κάθε κυβικό χιλιοστό του αίματος περιέχονται 6-8 χιλιάδες. Είναι αμυντικές μονάδες του οργανισμού. Καταστρέφουν τα διάφορα μικρόβια που διεισδύουν στο αίμα.

Αιματοκρίτης (HCT): Αδρός αιματολογικός δείκτης που χρησιμεύει για τη διαπίστωση της φυσιολογικής ή παθολογικής ποσότητας του αίματος. Εκφράζει τον ποσοστιαίο όγκο των ερυθρών αιμοσφαιρίων ως προς το συνολικό όγκο του αίματος. Οι φυσιολογικές τιμές είναι 42-55% για τους άνδρες και 37-47 % για τις γυναίκες.

Μέσος Όγκος Ερυθρών Αιμοσφαιρίων (MCV): Ο μέσος όγκος ερυθρών (MCV) μετρά το μέσο μέγεθος των ερυθρών αιμοσφαιρίων (ερυθροκυττάρων).

SGOT: Αμινοτρανσφεράση του ασπαρτικού οξέος ή τρανσαμινάση γλουταμικού-οξαλοξικού. Είναι ένζυμο το οποίο διαχέεται από τα κύτταρα στην κυκλοφορία του αίματος όταν υπάρχει καταστροφή του ηπατικού (π.χ. ηπατίτιδα) ή καρδιακού (π.χ. καρδιακή προσβολή) ιστού. Μερικές φαρμακευτικές ουσίες μπορεί να ανεβάσουν τα επίπεδα της SGOT.

SGPT: Αμινοτρανσφεράση της αλανίνης ή τρανσαμινάση γλουταμικού-πυροσταφυλικού. Είναι ένζυμο το οποίο διαχέεται από τα κύτταρα στην κυκλοφορία του αίματος όταν υπάρχει καταστροφή του ηπατικού (π.χ. ηπατίτιδα) ή καρδιακού (π.χ. καρδιακή προσβολή) ιστού. Μερικές φαρμακευτικές ουσίες μπορεί να ανεβάσουν τα επίπεδα της SGPT.

Ερυθροποιητίνη (EPO): Η ερυθροποιητίνη είναι μια γλυκοπρωτεϊνική ορμόνη που διεγείρει την παραγωγή ερυθρών αιμοσφαιρίων στον μυελόν των οστών. Η ερυθροποιητίνη παράγεται από τους νεφρούς. Η ερυθροποιητίνη έμμεσα βοηθά στην καλύτερη αθλητική απόδοση καθώς αυξημένη ερυθροποιητίνη συνεπάγεται αυξημένα ερυθρά αιμοσφαίρια, άρα αυξημένη μεταφορά οξυγόνου στους μυείς.

RPE (Scale 1 – 10): Προσδιορισμός της υποκειμενικής αντίληψης της κόπωσης για κάθε αθλητή όπου ερωτάτε στο τέλος της προπονητικής μονάδας και απαντά στην κλίμακα 1-10.

CMJ: Κατακόρυφο άλμα με ταλάντευση (counter movement jump). Δοκιμασία κατακόρυφου άλματος με τα χέρια στη μεσολαβή για τον προσδιορισμό της νευρομυϊκής κόπωσης.

Yo-Yo Intermittent Recovery Test Level 1 (Yo-Yo IR1): Δοκιμασία για την μέτρηση της αερόβιας ικανότητας ενός αθλητή.

2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

2.1. Συμμετέχοντες

Στην παρούσα έρευνα συμμετείχαν 16 ερασιτέχνες ποδοσφαιριστές που αγωνίζονταν στο Ελληνικό πρωτάθλημα της Α' ερασιτεχνικής κατηγορίας στην Αθήνα με εμπειρία στο συγκεκριμένο άθλημα και σε παρόμοιες μετρήσεις τουλάχιστον 3 χρόνια. Στο τέλος του προγράμματος παρέμβασης, οι παίκτες είχαν δύο ημέρες προπόνηση ήπιας έντασης, προκειμένου να αποφευχθεί οποιαδήποτε επίδραση από οξεία ή υπολειπόμενη κόπωση. Οι τερματοφύλακες επειδή δεν έκαναν τον ίδιο τύπο προπονήσεων με παίκτες και όσοι απείχαν από 4 προπονήσεις (>15%) λόγω μικροτραυματισμών αποκλείστηκαν από τη μελέτη. Δεκατρείς (13) παίκτες ολοκλήρωσαν με επιτυχία τη σχεδιασμένη μελέτη στη διάρκεια της προαγωνιστικής περιόδου χωρίς απουσίες ή αποχή λόγω κάποιου τραυματισμού. Οι συμμετέχοντες είχαν ύψος $1,8 \pm 0,1\text{m}$, βάρος $73 \pm 6,8\text{ Kg}$, δείκτη μάζα σώματος $22,6 \pm 1,8$ (Βάρος/Υψος²), σωματικό λίπος επί της % του σωματικού βάρους $8,6 \pm 3,5\%$ και ηλικία $19,7 \pm 2,0$ έτη.

Όλοι οι συμμετέχοντες, αρχικά διάβασαν και υπέγραψαν ένα έντυπο συναίνεσης στην ερευνητική διαδικασία το οποίο ήταν σύμφωνο με το πρωτόκολλο του Ελσίνκι το 1975 όπως αναμορφώθηκε το 2000 για την δεοντολογική αντιμετώπιση των ανθρώπων σαν δοκιμαζόμενοι σε ερευνητική μελέτη και εγκρίθηκε από την Επιτροπή Ηθικής και Δεοντολογίας του Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου Θράκης (5351/18-26/9/2022).

2.2. Πειραματικός Σχεδιασμός

Στους συμμετέχοντες έγινε αιμοληψία συνολικά έξι φορές κατά τη διάρκεια της προ-αγωνιστικής περιόδου. Η πρώτη αιμοληψία πραγματοποιήθηκε την πρώτη ημέρα συγκέντρωσης της ομάδας πριν το πρόγραμμα παρέμβασης. Στις 24 και 48 ώρες μετά την πρώτη ημέρα πραγματοποιήθηκε η 2η και 3η αιμοληψία, αντίστοιχα. Στο τέλος της τέταρτης εβδομάδας (26η, 27η και 28η ημέρα) επαναλήφθηκαν αιμοληψίες τρεις διαδοχικές ημέρες για να ολοκληρωθεί ο κύκλος των έξι αιμοληψιών. Οι αιμοληψίες λάμβαναν μέρος στο γήπεδο από ειδικό προσωπικό κατά το χρονικό διάστημα 18:00 – 19:00 μ.μ., μισή ώρα πριν την έναρξη της απογευματινής προπόνησης.

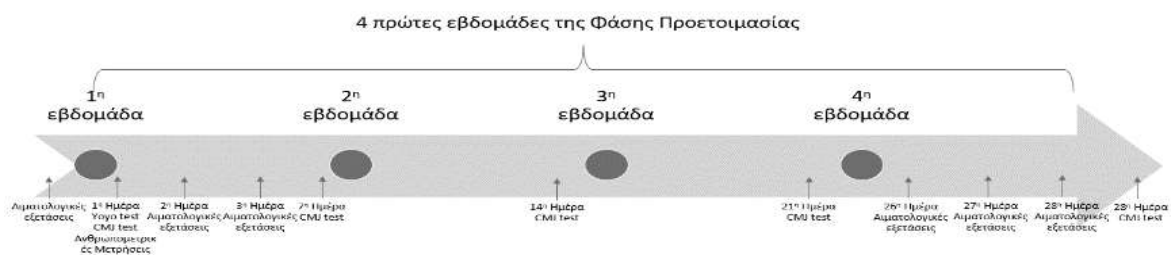
Πραγματοποιήθηκαν 5 δοκιμασίες καταγραφής αλμάτων CMJ σε διαφορετικές ημέρες κατά την διάρκεια της προπονητικής παρέμβασης. Η αρχική μέτρηση καταγράφηκε

την πρώτη ημέρα μετά την μεταβατική περίοδο που οι ποδοσφαιριστές ήταν ξεκούραστοι και ορίστηκε ως τιμή ελέγχου (0). Στο τέλος κάθε εβδομάδας και για τέσσερις εβδομάδες έγινε καταγραφή των τεσσάρων επόμενων δοκιμασιών (1,2,3 & 4).

Η μέτρηση αερόβιας ικανότητας με το τεστ πεδίου Yo-Yo Intermittent Recovery Test Level 1 πραγματοποιήθηκε δύο φορές. Η πρώτη έλαβε μέρος την πρώτη μέρα συγκέντρωσης πριν εφαρμοστεί το πρόγραμμα παρέμβασης και η δεύτερη στο τέλος της 4^{ης} εβδομάδας.

Οι μετρήσεις υποκειμενικής αντίληψης κόπωσης (RPE) πάρθηκαν μισή ώρα μετά το τέλος κάθε προπονητικής μονάδας και καταγράφονταν σε χαρτί για κάθε δοκιμαζόμενο ξεχωριστά σε όλη τη διάρκεια της πειραματικής διαδικασίας.

Στο σχήμα 1 φαίνεται το πλάνο των μετρήσεων που πραγματοποιήσαμε στους δοκιμαζόμενους κατά την διάρκεια των τεσσάρων εβδομάδων.



Σχήμα 1. Σχεδιάγραμμα πλάνου μετρήσεων και αιμοληψιών των δοκιμαζόμενων.

2.3. Προπόνηση της προ-αγωνιστικής περιόδου

Η διάρκεια της προ – αγωνιστικής περιόδου μέχρι την έναρξη της 1η αγωνιστικής ήταν 8 εβδομάδες και η πειραματική μελέτη διήρκησε 4 εβδομάδες. Πραγματοποιήθηκαν στο σύνολο 20 προπονητικές μονάδες (3 διπλές προπονήσεις πρωί 8:00 π.μ. – απόγευμα 6:30 μ.μ.), με 5 πρωινές και 15 απογευματινές προπονήσεις, 3 φιλικά παιχνίδια και 7 ημέρες χωρίς προπόνηση (Ρεπό). Πιο αναλυτικά, οι πρωινές προπονήσεις περιείχαν μυϊκή ενδυνάμωση με αντιστάσεις και αερόβια προπόνηση με τρέξιμο και οι απογευματινές περιείχαν παιχνίδια μικρού χώρου και παιχνίδια τακτικής. Οι ασκήσεις ενδυνάμωσης που εφαρμόστηκαν στο πρόγραμμα παρέμβασης ήταν: α) πιέσεις θώρακα σε οριζόντιο πάγκο, β) ημικάθισμα σε μηχάνημα Smith-machine squats, γ) εκτάσεις γόνατος, δ) κάμψεις γόνατος, ε) προσαγωγή ισχίων σε μηχάνημα, στ) απαγωγή ισχίων σε μηχάνημα. Οι πρώτες

τρεις ασκήσεις πραγματοποιήθηκαν σε 4 σετ x 10 επαναλήψεις και οι επόμενες τρεις σε 3 σετ x 10 επαναλήψεις. Υπήρχε διάλειμμα ενός λεπτού ανάμεσα στα σετ και τριών λεπτών ανάμεσα στις ασκήσεις. Το φορτίο για τις πιέσεις θώρακα και τις εκτάσεις γόνατος ήταν 60% του βάρους σώματος του αθλητή, το φορτίο για τα ημικαθίσματα ήταν το 120% του βάρους σώματος του αθλητή και το φορτίο για τις υπόλοιπες τρεις ήταν 70% του φορτίου που τοποθετούσε ο κάθε αθλητής στις εκτάσεις γόνατος. Κάθε προπονητική μονάδα περιλάμβανε στην αρχή 10 λεπτά προθέρμανση με ασκήσεις νευρομυϊκής συναρμογής (οριζόντιες σκάλες, πλατφόρμες ισορροπίας, μικρά εμπόδια, κάθετους και οριζόντιους ράβδους) και στο τέλος 10 λεπτά τρέξιμο ήπιας έντασης και διατακτικές ασκήσεις ευλυγισίας. Αναλυτικός καταμερισμός των προπονητικών μονάδων ανά εβδομάδα παρουσιάζεται στον Πίνακα 1. Οι χρόνοι του κάθε στοιχείου των προπονητικών περιεχομένων προβάλλονται στον Πίνακα 2.

Πίνακας 1. Πλάνο προπονητικών μονάδων της πειραματικής περιόδου των 4 εβδομάδων.

1η Εβδομάδα							
Π.Μ. ΗΜΕΡΑ	1	2	3	4	5	6	7
ΠΡΩΙ							Βάρη-αντιστάσεις 4 x 8min Interval 80% vVO2max
30' ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΠΡΟΠΟΝΗΣΗ	Αιματολογικές						
ΑΠΟΓΕΥΜΑ	Μετρήσεις 1	3 x 8min SSG 2 x 8min Tact-games	3 x 10min SSG 10min Tact-games	Day off	Day off	4 x 8min SSG 8min Tact-games	3 x 8min SSG 10min Tact-game
2η Εβδομάδα							
Π.Μ. ΗΜΕΡΑ	1	2	3	4	5	6	7
ΠΡΩΙ							Βάρη-αντιστάσεις 4 x 8min Interval 80% vVO2max
ΑΠΟΓΕΥΜΑ	4 x 8min SSG 2 x 8min Tact-games	3 x 8min SSG 2 x 8min Tact-games		Day off	Day off	Day off	6 x 6min SSG 10min Tact-game
3η Εβδομάδα							
Π.Μ. ΗΜΕΡΑ	1	2	3	4	5	6	7
ΠΡΩΙ							Βάρη-αντιστάσεις 6 x 4min Interval 90% vVO2max
ΑΠΟΓΕΥΜΑ	3 x 15min Tact-games	3 x 8min SSG 2 x 8min Tact-games	6 x 6min SSG 2 x 10min Tact-games	1 Φ/Π	2 Φ/Π	Day off	
4η Εβδομάδα							
Π.Μ. ΗΜΕΡΑ	1	2	3	4	5	6	7
ΠΡΩΙ							Βάρη-αντιστάσεις 6 x 4min Interval 90% vVO2max
ΑΠΟΓΕΥΜΑ	4 x 4min SSG 2 x 15min Tact-games	15min SSG 2 x 15min Tact-games	6 x 6min SSG 2 x 10min Tact-games	3 x 4min SSG 2 x 15min Tact-games	3 Φ/Π	Day off	Video Analysis 15min SSG
5η Εβδομάδα							
Π.Μ. ΗΜΕΡΑ	1	2	3	4	5	6	7
30' ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΠΡΟΠΟΝΗΣΗ	Αιματολογικές						
ΑΠΟΓΕΥΜΑ	4 x 6min SSG	2 x 15min Tact-games	Μετρήσεις 2	4 Φ/Π	5 Φ/Π	Day off	

Προπονητικές Μονάδες (Π.Μ.) - πρωί και απόγευμα, ημέρα της εβδομάδας από 1 – 7, SSG – μικρά παιχνίδια (4vs.4 έως 6vs.6), Tact-games – παιχνίδια τακτικής (7vs.7 έως 10vs.10), Interval – Διαλειμματική προπόνηση με τρέξιμο, vVO2max – ταχύτητα στη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου, Day off – Ρεπό, Φ/Π – Φιλικό παιχνίδι.

Πίνακας 2. Εβδομαδιαίος καταμερισμός των περιεχομένων της προπόνησης του κάθε στοιχείου, ο συνολικός χρόνος και ο εβδομαδιαίος μέσος όρος με την τυπική απόκλιση (\pm SD).

Περιεχόμενα προπόνησης	Χρόνος	Εβδομάδες				Σύνολο	Μέσος όρος	\pm SD
		1	2	3	4			
Warm up	min	50	40	50	60	200	50,00	8,16
Δύναμη	min	60	60	120	60	300	75,00	30,00
Interval	min	32	32	54	24	142	35,50	12,90
SSG	min	110	92	60	94	356	89,00	20,94
Tact-games	min	44	42	81	110	277	69,25	32,55
Cool down	min	50	40	50	60	200	50,00	8,16
Σύνολο	min	346	306	415	408	1475	368,75	52,07
Φ/Π	No			2	1	3	1,50	0,71
Π.Μ.	No	5	4	5	6	20	5,00	0,82

Περιεχόμενα προπόνησης εκφρασμένα στο χρόνο για κάθε εβδομάδα, min – λεπτά, Warm up – προθέρμανση, Interval – Διαλειμματική προπόνηση με τρέξιμο, SSG – μικρά παιχνίδια, Tact-games – παιχνίδια τακτικής, Cool down – Αποθεραπεία, Φ/Π – Φιλικά παιχνίδια, Π.Μ. – Προπονητικές Μονάδες.

2.4. Μετρήσεις

2.4.1. Σωματομετρήσεις

Με την έναρξη της περιόδου προετοιμασίας μετρήθηκε η σωματική μάζα χωρίς παπούτσια σε ψηφιακή ζυγαριά που βαθμονομήθηκε σε $\pm 0,1$ kg (SECA Quandre 808). Το ύψος του σώματος μετρήθηκε χωρίς παπούτσια σε αναστημόμετρο που στηριζόταν στον τοίχο (Charde – HM-200P Port stand). Για τις μετρήσεις σωματικού λίπους (BF) χρησιμοποιήθηκε δερματοπτυχόμετρο HARPENDEN HSK-BI CE-0120 που έχει ακρίβεια μέτρησης έως 0,2 mm. Για την αξιολόγηση του σωματικού λίπους ως ποσοστό του σωματικού βάρους, χρησιμοποιήθηκε η μέτρηση του αθροίσματος 7 σημείων. Ελήφθησαν μετρήσεις από 7 ανατομικά σημεία του σώματος: στήθος, κοιλιά, μηρό, τρικέφαλο, υποπλάτιο, λαγόνιο και μεσομασχαλιαία. Στη συνέχεια, και με βάση την πυκνότητα σώματος (BD), προκύπτει από την εξίσωση του William Siri το ποσοστό του σωματικού λίπους: $BF(\%) = (4,95/BD - 4,50) \times 100$ (Κλεισούρας Β., Γελαδάς Ν., Κοσκολού Μ., 2015).

2.4.2. Αιμοληψίες και Αναλύσεις

Η αιμοληψία πραγματοποιήθηκε από την βασιλική ή την μεσοβασιλική φλέβα με το άτομο να βρίσκεται σε καθιστή θέση. Το αίμα συλλέχθηκε σε δύο χωριστά φιαλίδια κάθε φορά όπου τοποθετούνταν σε φορητό ψυγείο περίπου για 30', όσο διαρκούσε η

μεταφορά τους από το γήπεδο στο εργαστήριο. Ένα φιαλίδιο χρησιμοποιήθηκε για να μετρηθούν οι δείκτες της γενικής αίματος (λευκά και ερυθρά αιμοσφαίρια, ο αιματοκρίτης και η αιμοσφαιρίνη). Το άλλο φιαλίδιο φυγοκεντρήθηκε (1000 X g) και το πλάσμα αφού διαχωρίστηκε από τα ερυθρά αιμοσφαίρια, μεταφέρθηκε σε σωληνάρια Eppendorf και κατευθείαν καταψύχθηκε στους -70°C όπου χρησιμοποιήθηκε για την ανάλυση της κρεατινίνης, της CRP, της ερυθροποιητίνης, της ουρίας, του ουρικού οξέως, της CK, της SGOT, της SGPT, της κορτιζόλης, της τεστοστερόνης, της χοληστερόλης, της HDL, της LDL, του TSH και των τριγλυκεριδίων. Όλα τα δείγματα αναλύθηκαν εις διπλούν.

2.4.3. Μέτρηση κατακόρυφου άλματος

Ο προσδιορισμός της νευρομυϊκής κόπωσης πραγματοποιήθηκε με την καταγραφή της επίδοσης του κατακόρυφου άλματος με ταλάντευση (counter movement jump) μέσω της πλατφόρμας επαφής των κάτω άκρων. Το κατακόρυφο άλμα με ταλάντευση εκτελέστηκε ακολουθώντας τις οδηγίες και τους προτεινόμενους περιορισμούς από τους Bosco, Luhtanen, & Komi, 1983. Η αξιολόγηση της αλτικής ικανότητας πραγματοποιήθηκε σε πλατφόρμα επαφής των κάτω άκρων (CHRONOJUMP – Bosco system, Din-A4 297 x 210m, Spain). Μια γενική προθέρμανση πραγματοποιούσαν οι αθλητές πριν την δοκιμασία περίπου 15 λεπτά που περιείχε αρθρική κινητικότητα, διατάσεις και καρδιαγγειακή ενεργοποίηση. Για την δοκιμασία του CMJ οι ποδοσφαιριστές χωρίστηκαν σε τριάδες και αφού έλαβαν οδηγίες εκτέλεσης του άλματος έκαναν μια κίνηση προς τα κάτω μέχρι τη γωνία 90° στα γόνατα και ακολούθησε πλήρης επέκταση των κάτω άκρων με τα χέρια στερεωμένα στους γοφούς (στη μεσολαβή) καθ' όλη τη διάρκεια της κίνησης. Οι δοκιμαζόμενοι στέκονταν έξω από την δυναμοπλατφόρμα, ενώ με το παράγγελο του ερευνητή τοποθετούνταν πάνω της. Εκτελέστηκαν τρεις προσπάθειες αλμάτων στην πλατφόρμα με στόχο την επίτευξη μέγιστου ύψους άλματος, με 60 δευτερόλεπτα ανάπαυσης μεταξύ των άλματος. Επιλέχθηκε το μέγιστο από τα άλματα. Όλες οι προσπάθειες καταγράφονταν σε επιτραπέζιο ηλεκτρονικό υπολογιστή, αφού πρώτα το σήμα από την πλατφόρμα ψηφιοποιούνταν μέσα από αναλογικό-ψηφιακό μετατροπέα (Chronopic 3.0, Spain). Για τον υπολογισμό του ύψους τους άλματος χρησιμοποιήθηκε η εξίσωση:

$$\text{Ύψος (cm)} = 1/8 \times g \times t_f^2,$$

όπου $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{sec}^{-2}$, $t =$ ο χρόνος πτήσης,

Για τη μέγιστη μυϊκή ισχύ στο CMJ δίνεται από την εξίσωση: $\text{Ισχύς (W)} = 60,7 \times [\text{jump height (cm)}] + 45,3 \times [\text{body mass (kg)}] - 2055$ (Sayers, et al., 1999),

2.4.4. Μέτρηση αερόβιας ικανότητας

Για την αξιολόγηση της αερόβιας ικανότητας χρησιμοποιήθηκε το τεστ πεδίου Yo-Yo Intermittent Recovery Test Level 1 που αποτελείται από επαναλαμβανόμενες διαδρομές των 20 μέτρων μεταξύ της γραμμής εκκίνησης και της γραμμής επιστροφής (2 x 20 m πήγαινε – έλα). Η ταχύτητα ήταν προοδευτικά αυξανόμενη και ελεγχόταν με ηχητικά σήμα από ένα CD σε υπολογιστή με ηχεία (Bangsbosport.com). Μεταξύ κάθε διαδρομής τρεξίματος μπρος – πίσω, τα άτομα έχουν μια ενεργή περίοδο ανάπαυσης 10 δευτερολέπτων, που αποτελείται από 2x5 μέτρα τζόκινγκ. Όταν οι δοκιμαζόμενοι αδυνατούσαν δύο φορές να φτάσουν έγκαιρα στη γραμμή τερματισμού, η απόσταση που διανύθηκε καταγραφόταν και αντιπροσώπευε το αποτέλεσμα της δοκιμασίας. Η $\dot{V}O_2\text{max}$ προκύπτει από την εξίσωση: $y = 0,0084 x + 36,4$. Όπου x είναι η απόσταση που καλύπτεται στη δοκιμασία σε μέτρα και y είναι $\dot{V}O_2\text{max}$ ($\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$) (Bangsbo, Iaia & Krusturup, 2008). Η ταχύτητα της $\dot{V}O_2\text{max}$ ($v\dot{V}O_2\text{max}$) υπολογίστηκε από την εξίσωση $v\dot{V}O_2$ (km/h) = $(\dot{V}O_2 - 2,209)/3,163$ (Leger L. and Mercier D., 1984). Ο καρδιακός παλμός καταγράφηκε για κάθε παίκτη σε χρονικό διάστημα 5 δευτερόλεπτα χρησιμοποιώντας σύστημα καταγραφής καρδιακών παλμών σε μια οθόνη με ασύρματη ζώνη που φοριέται γύρω από το στήθος και καθορίστηκε η μέγιστη καρδιακή συχνότητα των δοκιμαζομένων (Suunto Team POD, Dual Comfort Belt, Finland).

2.4.5. Μέτρηση του δείκτη υποκειμενικής αντίληψης της κόπωσης (RPE)

Ο προσδιορισμός της υποκειμενικής αντίληψης κόπωσης (RPE) πραγματοποιήθηκε με βάση τη βαθμονόμηση της κλίμακας από το 1 μέχρι το 10 για ποδοσφαιριστές. Η κλίμακα αυτή αποτελεί μία τροποποιημένη μορφή της κλίμακας Borg (βαθμονόμηση 1-20) που σύμφωνα με τη μελέτη Scott, Black, Quinn και Coutts (2013) είναι ακριβέστερη για το άθλημα της ποδοσφαίρισης.

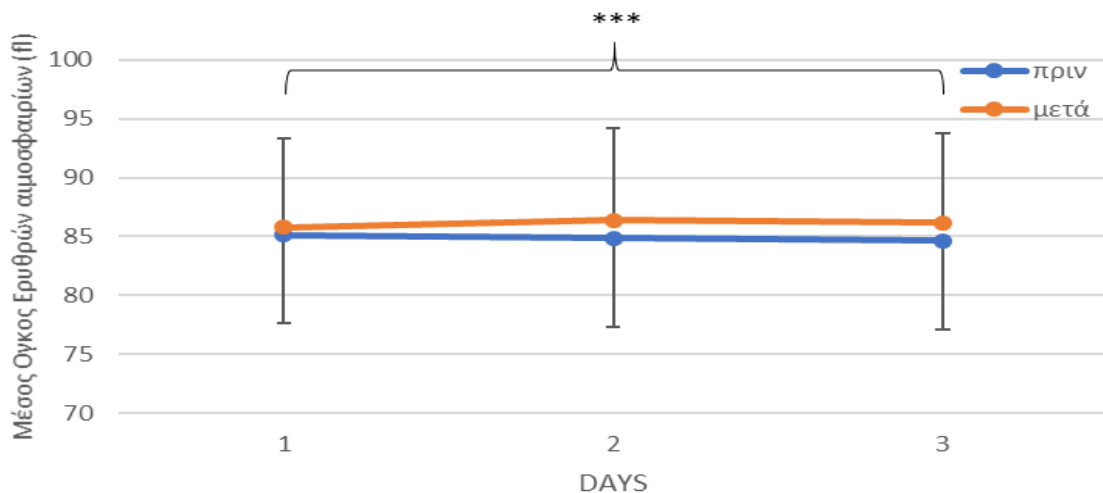
2.5. Στατιστική ανάλυση

Η στατιστική ανάλυση έγινε με το πρόγραμμα SPSS και θα περιλαμβάνει ανάλυση διασποράς επαναλαμβανόμενων μετρήσεων διπλής κατεύθυνσης (2-way ANOVA repeated measures- εβδομάδα x ημέρες). Σε περίπτωση που θα υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στις κύριες επιδράσεις ή στην αλληλεπίδραση των δυο παραγόντων ($p \leq 0,05$) θα χρησιμοποιηθεί ο έλεγχος Tukey post hoc test. Το μέγεθος επίδρασης θα υπολογιστεί με το συντελεστή η^2 . Το μέγεθος επίδρασης κατηγοριοποιείται ως μικρό (0,01 – 0,059), μεσαίο (0,06 – 0,137) και μεγάλο ($>0,137$). Ο δείκτης Cohen's d θα υπολογιστεί προκειμένου να προσδιοριστεί το μέγεθος επίδρασης για τις μετα-Anova κατά ζεύγη συγκρίσεις. Το μέγεθος επίδρασης Cohen's d κατηγοριοποιείται ως μικρό (0,2), μεσαίο (0,5) και μεγάλο ($>0,8$). Το ποσοστό στατιστικής σημαντικότητας ορίστηκε στο $p \leq 0,05$.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1. Αιματολογικό Προφίλ

Η παρεμβατική περίοδος δεν φάνηκε να επηρεάζει σημαντικά τους περισσότερους από τους δείκτες του αιματολογικού προφίλ των ποδοσφαιριστών. Τα λευκά αιμοσφαίρια δεν μεταβλήθηκαν σημαντικά μετά το πρόγραμμα παρέμβασης [$6,69 \pm 1,41$ vs $6,37 \pm 2,01$ Κ/μl, $F(1,12)= 2,29$; $p= 0,342$]. Στα ερυθρά αιμοσφαίρια παρατηρήθηκε μια μικρή πτώση κατά 1,6% μετά το πρόγραμμα παρέμβασης που ωστόσο δεν ήταν οριακά στατιστικά σημαντική [$4,98 \pm 0,34$ vs $4,90 \pm 0,28$ Μ/μl, $F(1,12)= 0,00$; $p= 0,075$]. Αντίθετα, στην 3^η αιμοληψία πριν αλλά και την 3^η αιμοληψία μετά το πρόγραμμα διαπιστώθηκε σημαντική μείωση με την 1^η και την 2^η αιμοληψία των δύο φάσεων [$4,88 \pm 0,34$ vs $5,03 \pm 0,34$ $p < 0,001$ και $4,80 \pm 0,27$ vs $4,95 \pm 0,29$ Μ/μl, $F(2,24)= 0,30$; $p < 0,001$ αντίστοιχα]. Παρόμοια αποτελέσματα βρέθηκαν και στην αιμοσφαιρίνη και τον αιματοκρίτη όπου δεν υπήρχαν διαφορές πριν και μετά την παρέμβαση αλλά υπήρχε πτώση στην 3^η μέτρηση τόσο στις αρχικές όσο και στις επαναληπτικές σε σχέση με την 1^η και την 2^η αιμοληψία των δύο φάσεων [$F(2,24)= 10,66$; $p < 0,001$ & $F(2,24)= 28,40$; $p < 0,001$]. Αύξηση, εντός των φυσιολογικών ορίων αλλά στατιστικά σημαντική, παρουσίασε ο μέσος όγκος ερυθρών αιμοσφαιρίων [$84,9 \pm 7,4$ vs. $86,1 \pm 7,5$ fl, $F(1,12)= 41,74$; $p < 0,001$] (Σχήμα 2).

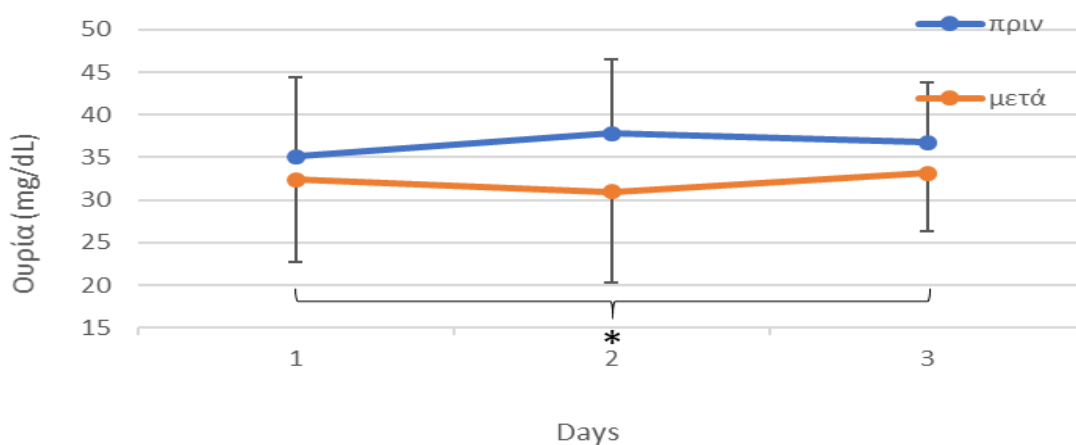


Σχήμα 2. Τιμές Μέσου όγκου ερυθρών αιμοσφαιρίων (MCV) τις ημέρες 1, 2 και 3 της εβδομάδας. Την 1η (πριν) και την 4η (μετά) εβδομάδα της παρέμβασης. *** $p < 0,001$: Κύρια επίδραση της εβδομάδας.

Παρόμοια αύξηση παρατηρήθηκε και στην μέση περιεκτικότητα Hb [$28,99 \pm 3,03$ vs. $29,49 \pm 3,07$, $F(1,12)= 60,63$; $p < 0,001$]. Δεν σημειώθηκαν κάποιες αξιοσημείωτες μεταβολές τόσο στη μέση πυκνότητα Hb όσο και στο εύρος κατανομής των ερυθρών [$F(1,12)= 1,01$; $p= 0,334$ και $F(1,12)= 0,01$; $p= 0,764$, αντίστοιχα]. Σημαντικές μεταβολές παρουσίασαν οι τιμές των αιμοπεταλίων και του μέσου όγκου αιμοπεταλίων στην 3^η αιμοληψία μέχρι και την 6^η σε σχέση με την 1^η [$F(2,24)= 3,31$; $p < 0,05$ & $F(2,24)= 4,56$; $p < 0,05$ αντίστοιχα]. Μειώθηκαν οι τιμές στις επαναληπτικές μετρήσεις για τα αιμοπετάλια κατά 9,4% χωρίς αυτή η μείωση να είναι σημαντική [$277,59 \pm 77,96$ vs $251,62 \pm 37,66$ K/μl, $F(1,12)= 2,20$; $p= 0,164$] και αυξήθηκαν οι τιμές του μέσου όγκου αιμοπεταλίων κατά 1,76% όπου η αύξηση δεν είναι σημαντική [$10,63 \pm 0,58$ vs $10,82 \pm 0,60$ fl, $F(1,12)= 4,63$; $p= 0,052$]. Επίσης μη σημαντική αύξηση 5,8% παρουσίασαν οι δείκτες του εύρους κατανομής των αιμοπεταλίων [$F(1,12)= 3,79$; $p= 0,0754$]. Τέλος καμία ιδιαίτερη μεταβολή δεν σημειώθηκε στον αιμοπεταλιοκρίτη.

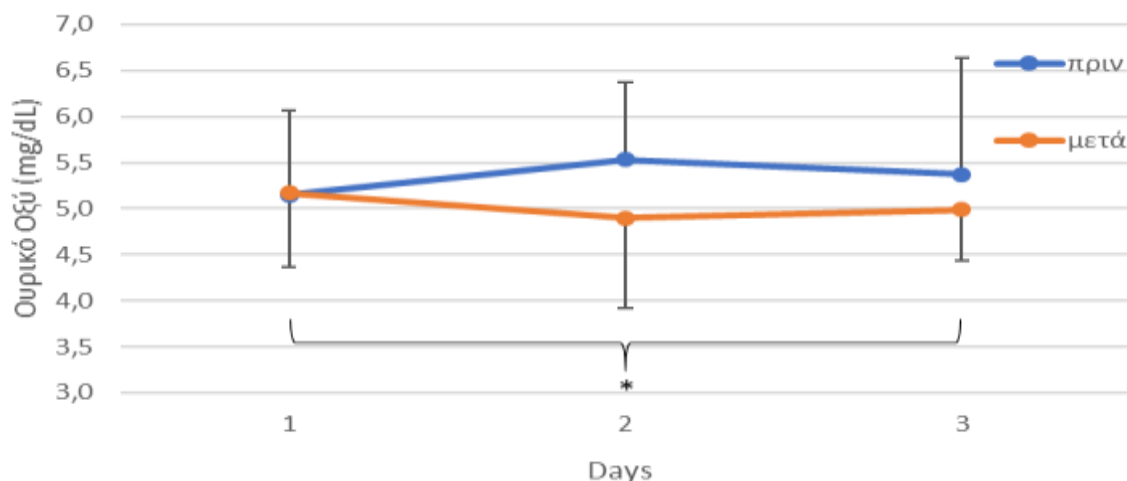
3.2. Βιοχημικό Προφίλ

Τα επίπεδα της ουρίας ήταν υψηλότερα στην αρχή του προγράμματος σε σύγκριση με το τέλος της 4^{ης} εβδομάδας [$36,56 \pm 8,33$ vs $32,18 \pm 9,01$ mg/dL, $F(1,12)= 5,10$; $p= 0,04$] (Σχήμα 3).



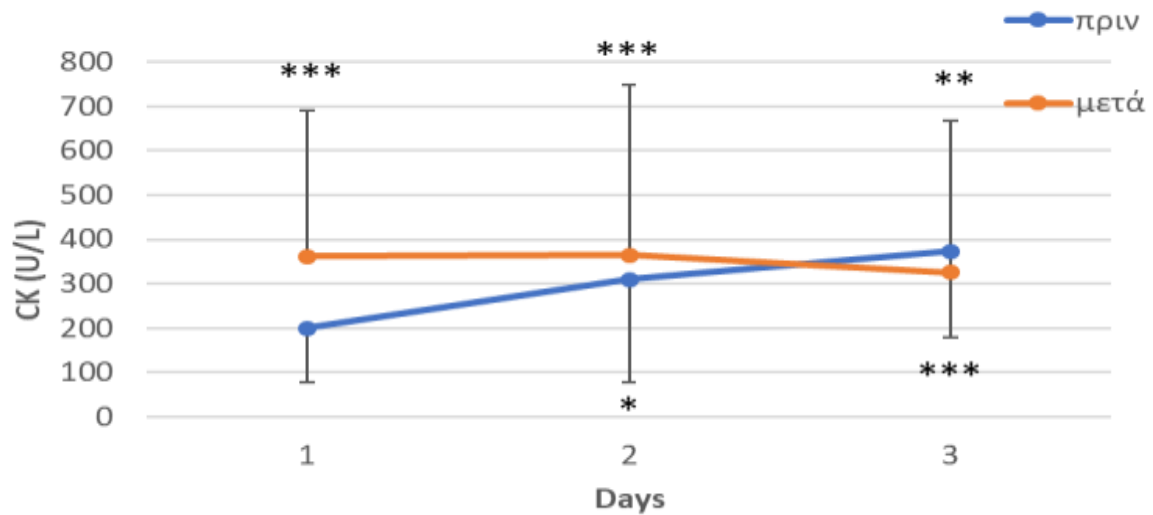
Σχήμα 3. Συγκέντρωση ουρίας τις ημέρες 1,2 και 3 της εβδομάδας. Την 1η (πριν) και την 4η (μετά) εβδομάδα της παρέμβασης. * $p=0,043$: Κύρια επίδραση της εβδομάδας.

Η κρεατινίνη δεν παρουσίασε διαφορές μεταξύ των μετρήσεων που πραγματοποιήθηκαν, ούτε μεταξύ πριν και μετά το πρόγραμμα παρέμβασης [$F(1,12)=0,05$; $p=0,833$] ούτε μεταξύ των ημερών αιμοληψίας ($F(2,24)=1,10$; $p=0,348$). Το ουρικό οξύ από την άλλη διαπιστώθηκε με σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις μετρήσεις πριν και μετά [$5,35 \pm 1,01$ vs $5,02 \pm 0,78$ mg/dL, $F(1,12)=6,47$; $p=0,026$] (Σχήμα 4).



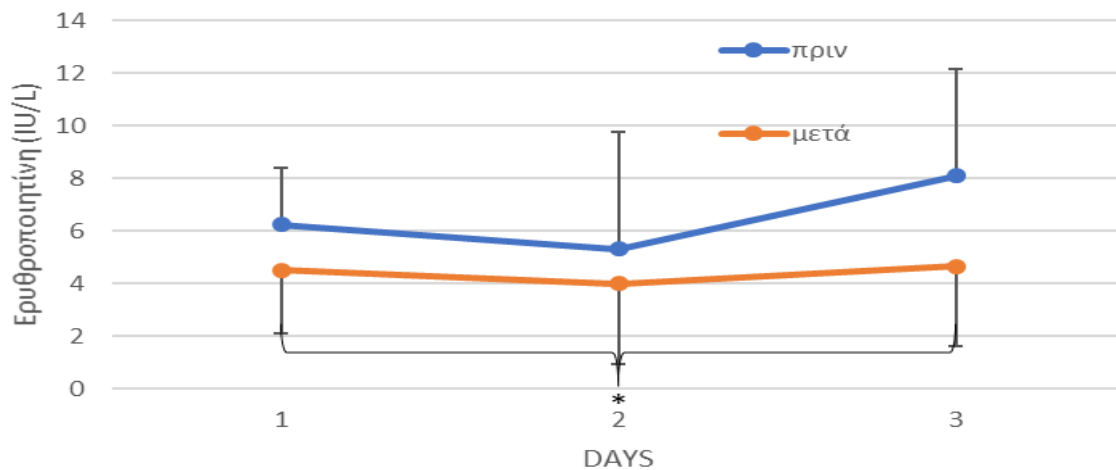
Σχήμα 4. Συγκέντρωση ουρικού οξέος τις ημέρες 1,2 και 3 της εβδομάδας. Την 1η (πριν) και την 4η (μετά) εβδομάδα της παρέμβασης. * $p<0,05$: Κύρια επίδραση της εβδομάδας $p=0,026$.

Όσον αφορά τις τρανσαμινάσες SGOT και SGPT δεν διέφεραν σημαντικά πριν και μετά το πρόγραμμα παρέμβασης [$F(1,12)=0,14$; $p=0,714$ και $F(1,12)=0,78$; $p=0,394$, αντίστοιχα]. Οι τιμές της κρεατινικής κινάσης (CK) καθ' όλη την διάρκεια της παρακολούθησης ήταν υψηλότερες από το ανώτερες φυσιολογικές τιμές για μη-αθλητές και περαιτέρω αυξημένες από 35% έως 47% ήταν οι τιμές των ποδοσφαιριστών σε σύγκριση με την αρχική μέτρηση που έγινε πριν εφαρμοστεί το πρόγραμμα παρέμβασης με την υψηλότερη τιμή να την έχει στην 3^η αιμοληψία [$374,31 \pm 196,20$ vs. 200 ± 122 U/L, $F(2,24)=12,06$; $p<0,001$] (Σχήμα 5).



Σχήμα 5. Συγκέντρωση CK τις ημέρες 1,2 και 3 της εβδομάδας. Την 1η (πριν) και την 4η (μετά) εβδομάδα της παρέμβασης. * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$: Κύρια επίδραση των ημερών σε σύγκριση με την 1η ημέρα.

Δείκτες που σχετίζονται με τον καρδιαγγειακό κίνδυνο και τη μεταβολική υγεία, όπως η ολική χοληστερόλη, η λιποπρωτεΐνη υψηλής πυκνότητας (HDL) και η λιποπρωτεΐνη χαμηλής πυκνότητας (LDL) είχαν μη σημαντικές μεταβολές πριν και μετά το πρόγραμμα παρέμβασης [$F(1,12) = 1,39$; $p = 0,104$, $F(1,12) = 0,11$; $p = 0,743$ και $F(1,12) = 1,30$; $p = 0,28$ αντίστοιχα]. Καμία σημαντική μεταβολή δεν παρουσιάστηκε στα τριγλυκερίδια [$F(1,12) = 0,00$; $p = 0,979$] καθώς και στην ορμόνη (TSH) που διεγείρει τον θυροειδή αδένα [$F(1,12) = 0,97$; $p = 0,343$]. Το πρόγραμμα παρέμβασης ακόμα δεν επέφερε σημαντικές μεταβολές τόσο στην τεστοστερόνη [$F(1,12) = 0,11$; $p = 0,751$] όσο και στην κορτιζόλη [$F(1,12) = 0,39$; $p = 0,545$]. Σημαντική μείωση εντοπίστηκε στον δείκτη της ερυθροποιητίνης (EPO) όπου οι επαναληπτικές μετρήσεις (post) ήταν 33,1% χαμηλότερες από τις αρχικές (pre) [$4,39 \pm 2,83$ vs $6,56 \pm 3,54$ IU/L, $F(1,12) = 5,41$; $p = 0,038$] (Σχήμα 6).

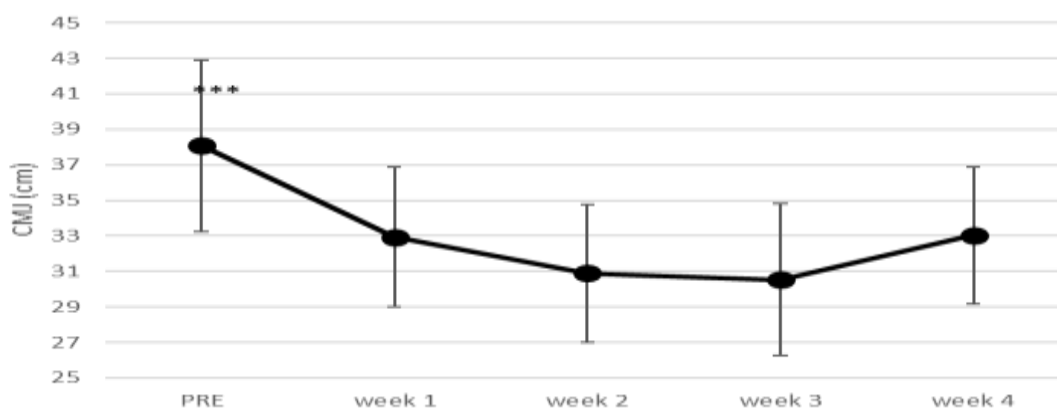


Σχήμα 6. Τιμές Ερυθροποιητίνης (EPO) τις ημέρες 1,2 και 3 της εβδομάδας. Την 1η (πριν) και την 4η (μετά) εβδομάδα της παρέμβασης. ** $p < 0,05$: Κύρια επίδραση της εβδομάδας.

3.3. Τεστ αερόβιας ικανότητας και τεστ αλτικής ικανότητας

Όσο αφορά τα μέτρα που κάλυψαν οι ποδοσφαιριστές στο τεστ πεδίου Yo-Yo IR1, που πραγματοποιήθηκε πριν και μετά το πρόγραμμα παρέμβασης αυξήθηκαν σημαντικά [$1560,0 \pm 356,28m$ vs $2180 \pm 412,62m$, $F(1,12) = 30,33$; $p < 0,001$] (Πίνακας 4).

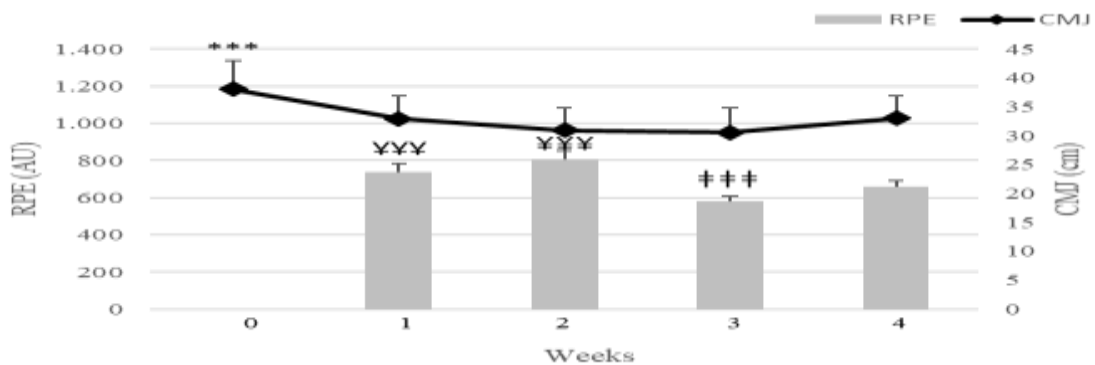
Αντίθετα, το κατακόρυφο άλμα μειώθηκε σημαντικά από την πρώτη εβδομάδα έως και το τέλος της 4^{ης} εβδομάδας κατά 13-19% [$F(4,48) = 14,46$; $p < 0,001$] (Σχήμα 7).



Σχήμα 7. Επίδοση CMJ ανά εβδομάδα σε σύγκριση με την αρχική τιμή πριν την έναρξη της περιόδου προετοιμασίας (PRE), *** $p < 0,001$ για κάθε εβδομάδα σε σχέση με την αρχική τιμή .

3.4. Υποκειμενικός Δείκτης Αντίληψης Κόπωσης (RPE)

Ο υποκειμενικός δείκτης αντίληψης κόπωσης φαίνεται να κορυφώνεται την δεύτερη εβδομάδα προετοιμασίας ($804,8 \pm 46,5$ UA). Την Τρίτη εβδομάδα έχει μια πτώση και την τέταρτη εβδομάδα να ξανά ανεβαίνει αλλά να μην φτάνει τα επίπεδα της πρώτης και της δεύτερης εβδομάδας. Οι διαφορές μεταξύ των εβδομάδων έχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p < 0,001$). Επίσης υπάρχει μια μεγάλη αρνητική συσχέτιση μεταξύ RPE και CMJ την 2^η εβδομάδα ($r = -0,52$) δηλαδή όσο ανέβαινε το RPE τόσο μειώνονταν οι τιμές επίδοσης στο CMJ (Σχήμα 8).



Σχήμα 8. Με ράβδους (γκρι χρώμα) απεικονίζεται ο δείκτης υποκειμενικής αντίληψης κόπωσης (RPE) και οι ακαθόριστες τιμές (AU) και με συμπαγή γραμμή (μαύρο χρώμα) απεικονίζεται το CMJ (cm). *** $p < 0,001$ στατιστικά σημαντική διαφορά του CMJ για κάθε εβδομάδα (1 – 4) σε σχέση με την αρχική (PRE). ^{YYY} $p < 0,001$ στατιστικά σημαντική διαφορά της 1^{ης} με 2^{ης}, της 1^{ης} με 3^{ης} και 1^{ης} με 4^{ης} εβδομάδας. ^{YYY} $p < 0,001$ στατιστικά σημαντική διαφορά της 2^{ης} με 3^{ης} και 2^{ης} με 4^{ης} εβδομάδας. ^{###} $p < 0,001$ στατιστικά σημαντική διαφορά της 3^{ης} με 4^{ης} εβδομάδας.

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν να εξετάσει τις αλλαγές που θα επιφέρουν οι 4 πρώτες εβδομάδες της προαγωνιστικής περιόδου στους βιοχημικούς και αιματολογικούς δείκτες του οργανισμού. Αρχικά θα πρέπει να αναφερθεί ότι σύμφωνα και με έρευνα των Saidi et al., 2021 οι αιματολογικές και βιοχημικές μεταβολές που μπορούν να επέλθουν μετά από μια περίοδο προετοιμασίας εξαρτώνται από τον όγκο, την ένταση και την ποιότητα των ασκήσεων που εφαρμόστηκαν στους ποδοσφαιριστές. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι οι τέσσερις εβδομάδες προετοιμασίας μετέβαλαν κάποιους βιοχημικούς δείκτες αλλά και έναν πιο μικρό αριθμό αιματολογικών δεικτών. Επίσης υπήρξε διαφορά και στα τεστ αξιολόγησης της απόδοσης στην αντοχή και στην αλτική ικανότητα.

Οι ποδοσφαιριστές μετά την προπονητική παρέμβαση βελτίωσαν την ικανότητα αντοχής και αυτό αποτυπώθηκε στην αύξηση στα διανυόμενα μέτρα που πραγματοποίησαν στο τεστ πεδίου Yo-Yo IR1 test. Η ποσοστιαία αύξηση της αερόβιας ικανότητας ήταν της τάξεως του 28,4%, κάτι που δείχνει ότι το προπονητικό πρόγραμμα επέφερε θετικές προσαρμογές όσον αφορά την αερόβια ικανότητα. Η αύξηση της αντοχής μετά από μια περίοδο προετοιμασίας στο ποδόσφαιρο εξηγείται από διάφορους παράγοντες που συνδέονται με τη φυσιολογία του ανθρώπινου σώματος και τις απαιτήσεις του αθλήματος. Η προπόνηση αερόβιας αντοχής βοηθά στη βελτίωση της λειτουργίας του καρδιοαναπνευστικού συστήματος. Κατά τη διάρκεια της προετοιμασίας, οι ποδοσφαιριστές εκτελούν αερόβιες ασκήσεις υψηλής έντασης, όπως τρέξιμο, που αυξάνουν την χωρητικότητα των πνευμόνων και την ικανότητα της καρδιάς να μεταφέρει οξυγόνο στους μύες. Παράλληλα, με την αερόβια άσκηση αυξάνεται ο όγκος του μιτοχονδρίου και βελτιώνεται η αποδόμηση των λιπαρών οξέων και του μυϊκού γλυκογόνου (Daussin et al., 2008). Αυτό οδηγεί σε βελτίωση της αντοχής και της αποκατάστασης κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού που αποτυπώνεται στη βιβλιογραφία ότι το ποδόσφαιρο καταλαμβάνει υψηλό ποσοστό, πάνω από 85% ο αερόβιος μηχανισμός ενέργειας (Bangsbo, 1994). Επίσης μέσω προπονήσεων με βάρη, ασκήσεων ενδυνάμωσης και εκγύμνασης των μυών, οι ποδοσφαιριστές μακροχρόνια αναπτύσσουν ισχυρότερους μύες που μπορούν να αντέχουν περισσότερο και σε υψηλότερη ένταση κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού βελτιώνοντας παράλληλα τη δρομική οικονομία (Doma & Deakin, 2014).

Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε αύξηση της αντοχής, της ενέργειας και ταχύτερη αποκατάσταση μεταξύ έντονων ενεργειών κυρίως στο δεύτερο ημίχρονο όπου μεγαλώνει ο χρόνος διαλείμματος μεταξύ έντονων ενεργειών (Bradley et al., 2009).

Η μείωση της αλτικής ικανότητας που παρατηρείται μετά την 1η εβδομάδα προπόνησης και παραμένει μειωμένη μέχρι το τέλος της 4ης εβδομάδας μπορεί να εξηγηθεί από διάφορους παράγοντες που συνδέονται με τη φυσιολογική προσαρμογή του οργανισμού στην προπόνηση. Κατά τη διάρκεια της προετοιμασίας, οι ποδοσφαιριστές υπόκεινται σε έντονη φυσική καταπόνηση και προπονητικό φορτίο. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε κόπωση των μυών και του νευρικού συστήματος με αποτέλεσμα να μειωθεί η αλτική ικανότητα (Silva et al., 2014). Πριν τα επιθυμητά αποτελέσματα υπάρχει μια περίοδος αναγκαίων προσαρμογών στο μυϊκό σύστημα που οι επιδόσεις του αθλητή στη δύναμη μειώνονται και με τη συνέχιση της προπόνησης δύναμης με αντιστάσεις με το πέρασμα κάποιων εβδομάδων βελτιώνεται η αποκατάσταση στις μυϊκές βλάβες (Burt et al., 2013). Άλλος ένας λόγος μπορεί να είναι οι προσαρμογές που παρατηρούνται στο επίπεδο των μυϊκών ινών με τη μετατροπή των γρήγορων ινών (IIX) σε πιο αργές (IIA) με μεγαλύτερη αντοχή (Wilson et al., 2012). Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας συμφωνούν με εκείνα της έρευνας των Thomakos et al. (2023) όπου σε περίοδο προετοιμασίας ανάλογης διάρκειας 4 εβδομάδων με δύο φορές την εβδομάδα προπόνηση με αντιστάσεις και αμέσως αερόβια προπόνηση υψηλής έντασης σε υψηλού επιπέδου νεαρούς ποδοσφαιριστές, παρουσιάστηκε σημαντική μείωση στο CMJ. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η μείωση στην αλτική ικανότητα κατά τη διάρκεια της προετοιμασίας είναι μια προσωρινή κατάσταση σύμφωνα και με τα αποτελέσματα της μελέτης των Fessi et al., (2016) που βρήκαν ότι οι επιδόσεις φυσικής κατάστασης που επιτεύχθηκαν μέσα στην αγωνιστική περίοδο ήταν υψηλότερες από αυτές που επιτεύχθηκαν στην διάρκεια της προετοιμασίας. Οι προπονητές συνήθως λαμβάνουν υπόψη αυτούς τους παράγοντες και συντονίζουν το πρόγραμμα προπόνησης για να εξασφαλίσουν τη σωστή ισορροπία μεταξύ αντοχής και άλλων φυσικών ικανοτήτων.

Η αυξημένη κόπωση φαίνεται και από τον δείκτη υποκειμενικής αντίληψης της κόπωσης (RPE) ο οποίος μετρήθηκε στους ποδοσφαιριστές (κλίμακα 1 – 10) και έδειξε πρώτον ότι στα μέσα των τεσσάρων εβδομάδων η αίσθηση της κόπωσης ήταν στις υψηλότερες τιμές και δεύτερον ότι όσο αυξανόταν η αίσθηση της κόπωσης τόσο μειωνόταν η απόδοση στο CMJ. Οι αυξημένες τιμές του RPE μπορούν να υποδείξουν

υψηλότερο επίπεδο κόπωσης και έντασης που αντιλαμβάνεται ο αθλητής κατά τη διάρκεια ενός αγώνα ή προπόνησης. Αυτό μπορεί να προκαλέσει κόπωση, η οποία μπορεί να επηρεάσει αρνητικά την απόδοσή του σε μια μέτρηση CMJ. Τα αποτελέσματα αυτά δείχνουν να συμφωνούν με την έρευνα των Balsalobre-Fernández, Tejero-González και del Campo-Vecino (2014) που με την έρευνα που πραγματοποίησαν, διαπιστώθηκε ότι η CMJ και η RPE που μετρήθηκαν την εβδομάδα πριν από την καλύτερη αγωνιστική επίδοση της σεζόν ήταν σημαντικά διαφορετικές σε σύγκριση με τη μέτρηση που πραγματοποιήθηκε την εβδομάδα πριν από τη χειρότερη αγωνιστική επίδοση της σεζόν και η μεταβολή τους ήταν +8,5% & -17,6% αντίστοιχα.

Η προαγωνιστική περίοδος, η οποία χαρακτηρίζεται και από υψηλό προπονητικό όγκο, μπορεί να επιφέρει μεταβολές στα επίπεδα των λευκών αιμοσφαιρίων στο αίμα των αθλητών και αυτή η μείωση συνδέεται με το φαινόμενο της υπερπροπόνησης (Mackinnon 1999). Στην συγκεκριμένη έρευνα δεν παρατηρήθηκε μείωση στα λευκά αιμοσφαίρια λόγω της καλά σχεδιασμένης προπονητικής παρέμβασης. Ωστόσο, παράγοντες όπως η διατροφή μπορούν να επηρεάσουν τα επίπεδα των λευκών αιμοσφαιρίων. Σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε (Gravina et al., 2012) βρέθηκε μια συσχέτιση μεταξύ της διατροφικής πρόσληψης και της μυϊκής βλάβης και του οξειδωτικού στρες και των λευκών αιμοσφαιρίων. Το όφελος από την πρόσληψη συγκεκριμένων θρεπτικών συστατικών μπορεί να συμβάλει στην πρόληψη των ανεπιθύμητων φυσιολογικών επιπτώσεων που προκαλούν οι ποδοσφαιρικοί αγώνες.

Η μη σημαντική μεταβολή του αιματοκρίτη, της αιμοσφαιρίνης, του λιπιδαιμικού προφίλ και των τρανσαμινάσεων μπορεί να εξηγηθεί από το ότι ο οργανισμός των αθλητών μπορεί να προσαρμόζεται στην έντονη φυσική δραστηριότητα και την προπόνηση υψηλής έντασης κατά τη διάρκεια της προετοιμασίας. Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας δείχνουν θετικές προσαρμογές και ένα καλά ελεγχόμενο προπονητικό φορτίο που είναι αντίθετο στα αποτελέσματα έρευνας (Saidi et al., 2021) που αναφέρουν μείωση της αιμοσφαιρίνης και του αιματοκρίτη με τον υψηλό όγκο και την υψηλής έντασης προπόνηση και χαρακτηρίζει την μείωση αυτή ως «ασκησιογενής αναιμία» που συνήθως αποτελεί την πρώτη ένδειξη του συνδρόμου υπερπροπόνησης και σε κάποιες περιπτώσεις συνδυάζεται με μείωση της αντοχής. Τα ευρήματα της μελέτης αυτής συμφωνούν με την έρευνα των Clemente et al. (2021) που στο τέλος μιας μεγάλης διάρκειας περιόδου προετοιμασίας εξέτασε τους αιματολογικούς δείκτες που παρέμειναν σταθεροί εκτός από

τα αιμοπετάλια που αυξήθηκαν σημαντικά. Ανάλογα αποτελέσματα παρουσίασε και μία προγενέστερη μελέτη των Manna et al. (2010) που εξέτασε τους αιματολογικούς και βιοχημικούς δείκτες διαφόρων ηλικιών όπως Κ16 και ανδρών σε οκτώ εβδομάδες της περιόδου προετοιμασίας διαπιστώνοντας μείωση των τιμών της αιμοσφαιρίνης μετά την περίοδο προετοιμασίας και συνεχίστηκε και στην αγωνιστική περίοδο έχοντας βελτιωμένη και την VO_2max . Φυσικά, η περίοδος προετοιμασίας περιλαμβάνει ημέρες ανάκτησης και ξεκούρασης, κατά τις οποίες οι αθλητές μπορούν να αναρρώσουν και να επανέλθει η ομοιόσταση σε φυσιολογικά επίπεδα, όπως αποδεικνύεται και σε έρευνα του Hacker et al. (2021) που παρουσιάζει ότι αρκετοί μοριακοί δείκτες αποδείχθηκαν ότι ανταποκρίνονται σε διαφορετικές καταστάσεις αποκατάστασης-στρες. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας, παρατηρείται ότι η συγκέντρωση της ερυθροποιητίνης μειώθηκε, ενώ ο μέσος όγκος ερυθρών αιμοσφαιρίων (MCV) αυξήθηκε. Η ερυθροποιητίνη είναι μια ορμόνη που παράγεται από τα νεφρά και είναι υπεύθυνη για τη ρύθμιση της παραγωγής ερυθρών αιμοσφαιρίων. Η μείωση της συγκέντρωσης της ερυθροποιητίνης που παρατηρείται μπορεί να υποδεικνύει μειωμένη παραγωγή νέων ερυθρών αιμοσφαιρίων. Αυτό μπορεί να συμβαίνει λόγω της μείωσης της ανάγκης για νέα ερυθρά αιμοσφαίρια λόγω μειωμένης αντίστασης στην αναιμία ή λόγω άλλων μηχανισμών ρύθμισης. Όσον αφορά στο MCV, αναφέρεται ότι αυξήθηκε εντός των φυσιολογικών ορίων. Το MCV αναφέρεται στο μέσο όγκο των ερυθρών αιμοσφαιρίων και μπορεί να δώσει πληροφορίες για το μέγεθος και την ωρίμανση των ερυθρών αιμοσφαιρίων. Η αύξηση του MCV μπορεί να υποδεικνύει αλλαγές στην παραγωγή των ερυθρών αιμοσφαιρίων ή ανωμαλίες στη μορφολογία τους. Η αύξηση του MCV σε συνδυασμό με τη μείωση της ερυθροποιητίνης δείχνουν πιθανή επίδραση της έντονης προπόνησης στη διαδικασία της ερυθροποίησης, όπως αναφέρει και μια μελέτη του Mairbaurl (2013).

Η ουρία είναι ένα αζωτούχο κατάλοιπο που παράγεται κατά τη διάρκεια της αποβολής των πρωτεϊνών και της μεταβολικής διαδικασίας των αμινοξέων. Η αύξηση της ουρίας μπορεί να συμβαίνει κατά τη διάρκεια έντονης φυσικής δραστηριότητας, όπως η προπόνηση ποδοσφαίρου (Souglis et al., 2015 & 2017). Στην πολύ – υψηλής έντασης άσκηση, ο μυϊκός ιστός υποστηρίζει τον μεταβολισμό των αμινοξέων για την παραγωγή ενέργειας, και αυτό οδηγεί στην απελευθέρωση ουρίας. Η μείωση της συγκέντρωσης ουρικού οξέος και ουρίας που παρατηρήθηκε μετά από 4 εβδομάδες προπόνησης μπορεί

να υποδεικνύει αυξημένη απόδοση του μεταβολισμού των αμινοξέων και τη μείωση της μυϊκής διάσπασης κατά τη διάρκεια της άσκησης. Αυτό μπορεί να συμβάλει στην αντοχή και την ανάρρωση των ποδοσφαιριστών, επιτρέποντας τους να διατηρήσουν υψηλά επίπεδα ενέργειας κατά τη διάρκεια του αγώνα και της προπόνησης. Στην παρούσα έρευνα η τιμή της ουρίας μειώθηκε, σε αντίθεση με τους Manna et al. (2010) που σε περίοδο προετοιμασίας διάρκειας 8 εβδομάδων, η τιμή της ουρίας αυξήθηκε σημαντικά σε όλες τις ηλικιακές ομάδες (Κ16, Κ19 και Ανδρών) που μετρήθηκαν. Ωστόσο, είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η συγκέντρωση της ουρίας δεν είναι μόνο επηρεαζόμενη από την προπόνηση, αλλά επίσης από τη διατροφή, την υδρορροή και άλλους παράγοντες. Έτσι, η μείωση της ουρίας μπορεί να αντικατοπτρίζει και άλλες αλλαγές στη μεταβολική λειτουργία του οργανισμού, και όχι μόνο τις επιδράσεις της προπόνησης.

Οι τιμές της κρεατινικής κινάσης (CK) και αντιπροσωπεύουν το επίπεδο αυτού του ενζύμου στο αίμα. Η αύξηση των τιμών της CK μπορεί να υποδεικνύει διάφορες καταστάσεις και παθήσεις. Στην περίπτωση της προπόνησης ποδοσφαίρου, η υψηλότερη τιμή της CK σε σύγκριση με το ανώτερο φυσιολογικό για μη-αθλητές μπορεί να οφείλεται στη μυϊκή διάσπαση που συμβαίνει κατά την άσκηση. Η έντονη και επαναλαμβανόμενη φυσική δραστηριότητα, όπως η προπόνηση ποδοσφαίρου, μπορεί να προκαλέσει μικροτραυματισμούς και φθορά των μυών, οδηγώντας σε απελευθέρωση της CK στο αίμα (Saidi et al., 2021). Επίσης παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της 1ης αιμοληψίας και των υπολοίπων αιμοληψιών. Η αιτία είναι ότι η 1η αιμοληψία πραγματοποιήθηκε πριν αρχίσει η προπονητική παρέμβαση όπου οι ποδοσφαιριστές επέστρεφαν από ένα μεγάλο διάστημα προπονητικής παύσης. Μετά την 1η αιμοληψία πραγματοποιήθηκε το τεστ πεδίου Yo-Yo IR1 όπου επιβάρυνε αρκετά τον οργανισμό των ποδοσφαιριστών με αυτό να αποτυπωθεί στις τιμές της CK 24 ώρες μετά από την πραγματοποίηση του τεστ (Hammouda et al., 2012). Έτσι μετά από μόλις 1 μέρα προπόνησης οι τιμές της CK αυξήθηκαν σημαντικά όπου παρέμειναν σε αυτά τα υψηλά επίπεδα σε όλη την πρώτη φάση της προετοιμασίας. Οι τιμές αυτές μπορεί να φαίνονται αυξημένες ωστόσο σε πρόσφατη έρευνα του Μουγιού (2007), παρατηρήθηκε ότι τα διαστήματα αναφοράς της κρεατινικής κινάσης για άνδρες αθλητές ήταν 82-1083 U/L. Επομένως οι τιμές που βρέθηκαν στην παρούσα έρευνα είναι φυσιολογικές για άνδρες αθλητές.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, φαίνεται ότι η περίοδος προετοιμασίας στο ποδόσφαιρο δεν επηρέασε τις τιμές της κρεατίνης. Αυτό μπορεί να εξηγηθεί με διάφορους παράγοντες. Αρχικά με την ανοσολογική προσαρμογή. Η προετοιμασία στο ποδόσφαιρο συνήθως περιλαμβάνει έντονη φυσική δραστηριότητα και προπόνηση υψηλής έντασης. Ο οργανισμός των αθλητών μπορεί να προσαρμόζεται σε αυτήν την κατάσταση, και αυτή η προσαρμογή μπορεί να επηρεάζει την απορρόφηση και την χρήση της κρεατίνης στους μύες. Εάν οι αθλητές έχουν ήδη επαρκή επίπεδα κρεατίνης στον οργανισμό τους, η προετοιμασία μπορεί να μην έχει σημαντική επίδραση στις τιμές της. Ακόμα με την υποστήριξη της διατροφής. Η κρεατίνη είναι ένα εργογενές αμινοξύ που συνήθως λαμβάνεται από τη διατροφή, κυρίως από την κρέατος και τα ιχθυέλαια. Εάν οι αθλητές τηρούν μια κατάλληλη διατροφή κατά τη διάρκεια της προετοιμασίας και έχουν επαρκή πρόσληψη κρεατίνης, τότε οι τιμές της κρεατίνης μπορεί να παραμείνουν σταθερές.

Η προετοιμασία στο ποδόσφαιρο μπορεί να προκαλέσει άγχος και στρες στους αθλητές. Η κορτιζόλη είναι μια ορμόνη που απελευθερώνεται από τον οργανισμό κατά την αντιμετώπιση του άγχους και του στρες. Η μη μεταβολή των επιπέδων κορτιζόλης μπορεί να υποδεικνύει είτε ότι οι αθλητές έχουν καταπραϊντικές στρατηγικές αντιμετώπισης του άγχους και διαχείρισης του στρες, οι οποίες τους βοηθούν να διατηρήσουν σταθερότητα στα επίπεδα της κορτιζόλης είτε ότι η προπονητική επιβάρυνση ήταν τέτοια που να μην προκάλεσε μεταβολή της κορτιζόλης. Το γεγονός ότι είναι ερασιτέχνες και η προπόνηση δεν είναι επιπέδου επαγγελματικών κατηγοριών μπορεί να μην τους στρέσαρε τόσο ώστε να μεταβληθεί η τιμή της κορτιζόλης σε αντίθεση με ότι αναφέρεται στη βιβλιογραφία (Clemente et al., 2021, Saidi et al., 2021). Επίσης, οι αθλητές μπορεί να διατηρήσουν μια ισορροπία μεταξύ της κορτιζόλης και της τεστοστερόνης καθώς η τεστοστερόνη είναι μια ορμόνη που συνδέεται με την ανάπτυξη και την αποκατάσταση των μυών. Η διατήρηση σταθερών επιπέδων τεστοστερόνης μπορεί να ευνοεί τη μυϊκή ανάπτυξη και αντοχή, ενώ η αύξηση της κορτιζόλης μπορεί να έχει αντίθετες επιδράσεις. Ακόμα έρευνες όπως αυτή της Whittaker (2023) δείχνουν σημαντική την ποιότητα της διατροφής και την σωστή αναπλήρωση των θρεπτικών ουσιών και ιδιαίτερα της πρωτεΐνης που μπορεί να βοηθήσει στη διατήρηση σταθερών επιπέδων τεστοστερόνης.

Το ποδόσφαιρο χαρακτηρίζεται από σκληρή και επίπονη προπόνηση κατά τη διάρκεια της προαγωνιστικής περιόδου επειδή σε αυτή την περίοδο μπαίνουν οι βάσεις

της φυσικής κατάστασης για την αγωνιστική περίοδο. Η έντονη προπόνηση μπορεί να επιφέρει ορισμένες μεταβολές σε παραμέτρους που σχετίζονται με το αιματολογικό και βιοχημικό προφίλ των ποδοσφαιριστών. Η μεθοδική και συχνή παρατήρηση αυτών μπορεί να βοηθήσει τους αθλητές να είναι περισσότερο αποδοτικοί στην προσπάθεια τους και οπωσδήποτε άτομα τα οποία ασχολούνται με την αθλητική διατροφή και οι εργοφυσιολόγοι πρέπει να δίνουν αρκετή βαρύτητα για να μην παρατηρηθούν προβλήματα τόσο στην απόδοση, στην υγεία των αθλητών και περιορίζοντας την πιθανότητα τραυματισμών (Clemente et al., 2021) .

Συμπερασματικά, μετά από τέσσερις εβδομάδες προετοιμασίας σε ομάδα ερασιτεχνικής κατηγορίας, βελτιώνεται η αντοχή, αλλά μειώνεται η αλκική ικανότητα, ενώ το βιοχημικό προφίλ είναι ενδεικτικό αυξημένου, αλλά ελεγχόμενου προπονητικού φορτίου. Πιο συγκεκριμένα οι τιμές της κρεατινικής κινάσης φαίνονται να είναι ιδιαίτερα ευαίσθητες κάνοντάς το δείκτη αυτό χρήσιμο εργαλείο για την αποτύπωση του εσωτερικού φορτίου από ένα πρόγραμμα παρέμβασης. Οι τιμές της ουρίας και του ουρικού οξέος φαίνονται να επηρεάζονται θετικά από το πρόγραμμα προπόνησης δείχνοντας βελτίωση του μεταβολισμού. Και οι τιμές του MCV συνδυαστικά με τις τιμές της ερυθροποιητίνης είναι ενδεικτικές στην θετική επιρροή της προπονητικής παρέμβασης στην σύστημα μεταφοράς οξυγόνου. Τα ευρήματα αυτά αναδεικνύουν την ανάγκη ελέγχου και καταγραφής του προπονητικού προγράμματος της πριν αγωνιστικής περιόδου καθώς και του αιματολογικού και βιοχημικού προφίλ, ώστε να διασφαλίζεται η βελτίωση της απόδοσης και η υγεία του ποδοσφαιριστή.

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τα ευρήματα της παρούσας μελέτης προκύπτουν τα ακόλουθα συμπεράσματα:

- Η αντοχή των ποδοσφαιριστών αυξάνεται μετά από 4 εβδομάδες προετοιμασίας.
- Η αλτική ικανότητα παραμένει μειωμένη στην πρώτη φάση της προετοιμασίας δηλαδή τις τέσσερις πρώτες εβδομάδες
- Η ουρία και το ουρικό οξύ παρουσίασαν μείωση, γεγονός που δείχνει θετική προσαρμογή του βιοχημικού προφίλ παρά το αυξημένο προπονητικό φορτίο.
- Τα αυξημένα επίπεδα CK σε σύγκριση με τους μη αθλητές είναι ενδεικτικά της μυϊκής καταπόνησης στην προπόνηση ποδοσφαίρου που ωστόσο εάν συγκριθούν με άλλους αθλούμενους δεν παρατηρούνται αυξημένα, με τη διαφορά μεταξύ της πρώτης ημέρας και όλων των άλλων να οφείλεται στο γεγονός ότι η πρώτη τιμή μετρήθηκε πριν από την έναρξη της προπονητικής επιβάρυνσης.
- Η αύξηση του MCV με ταυτόχρονη μείωση της ερυθροποιητίνης υποδηλώνει μια πιθανή επίδραση της έντονης προπόνησης στη διαδικασία της ερυθροποίησης και χρήζει περαιτέρω μελέτης.
- Το βιοχημικό προφίλ είναι ενδεικτικό αυξημένης αλλά ελεγχόμενης προπονητικής επιβάρυνσης καθώς τιμές όπως της κορτιζόλης, της τετοστερόνης, των λευκών αιμοσφαιρίων κυμαίνονται σε φυσιολογικά επίπεδα χωρίς μεγάλες αυξομειώσεις μετά την προπονητική παρέμβαση.

6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Akenhead, R., Harley, J. A., & Twedde, S. P. (2016). Examining the external training load of an English Premier League football team with special reference to acceleration. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(9), 2424-2432.
2. Aktas, M., Auguste, D., Lefebvre, H. P., Toutain, P. L., & Braun, J. P. (1993). Creatine kinase in the dog: A review. *Veterinary Research Communications*, 17(5), 353-369.
3. Andelkovic, M., Baralic, I., Dordevic, B., Stevuljevic, J. K., Radivojevic, N., Dikic, N., et al. (2015). Hematological and biochemical parameters in elite soccer players during a competitive half season. *Journal of Biological Chemistry*, 34(4), 460-466.
4. Balsalobre-Fernández, C., Ma Tejero-González, C., & del Campo-Vecino, J. (2014). Relationships between Training Load, Salivary Cortisol Responses and Performance during Season Training in Middle and Long Distance Runners. *PLOS ONE*, 9(8), e106066.
5. Bangsbo, J., Iaia, F. M., & Krstrup, P. (2008). The Yo-Yo Intermittent Recovery Test: A Useful Tool for Evaluation of Physical Performance in Intermittent Sports. *Sports Medicine*, 38, 37-51.
6. Bangsbo, J. (1994). The physiology of soccer with special reference of intense intermittent exercise. *Acta Physiol Scand Suppl* 619, 1–155.
7. Borresen, J., & Lambert, M. I. (2008). Autonomic control of heart rate during and after exercise. *Sports Medicine*, 38(8), 633-646.
8. Bosco, C., Luhtanen, P., & Komi, P. V. (1983). A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 50, 273-282.
9. Bourdon, P. C., Cardinale, M., Murray, A., Gatin, P., Kellmann, M., Varley, M. C., et al. (2017). Monitoring athlete training loads: consensus statement. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(Suppl 2), S2161-S2170.
10. Bradley, P. S., Sheldon, W., Wooster, B., Olsen, P., Boanas, P., & Krstrup, P. (2009). High-intensity running in English FA Premier League soccer matches. *Journal of Sports Sciences*, 27(2), 159-168.
11. Brink, M. S., Frencken, W. G., Jordet, G., & Lemmink, K. A. (2014). Coaches' and players' perceptions of training dose: not a perfect match. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 9(3), 497-502.
12. Burt, D., Lamb, K., Nicholas, C., & Twist, C. (2013). Effects of repeated bouts of squatting exercise on sub-maximal endurance running performance. *European Journal of Applied Physiology*, 113(2), 285-293.

13. Casamichana, D., Castellano, J., & Castagna, C. (2012). Comparing the Physical Demands of Friendly Matches and Small-Sided Games in Semiprofessional Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(4), 837-843.
14. Clarkson, P. M. (1997). Eccentric exercise and muscle damage. *International Journal of Sports Medicine*, 18(Suppl 4), S314-S317.
15. Claudino, J. G., Cronin, J., Mezencio, B., McMaster, D. T., McGuigan, M., Tricoli, V., et al. (2017). The countermovement jump to monitor neuromuscular status: a meta-analysis. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 20(4), 397-402.
16. Clemente, F. M., González-Fernández, F. T., Ceylan, H. I., Silva, R., Younesi, S., Chen, Y. S., Badicu, G., Wolański, P., & Murawska-Ciałowicz, E. (2021). Blood Biomarkers Variations across the Pre-Season and Interactions with Training Load: A Study in Professional Soccer Players. *Journal of Clinical Medicine*, 10(23), 5576.
17. Comassi, M., Vitolo, E., Pratali, L., Del Turco, S., Dellanoce, C., Rossi, C., et al. (2015). Acute effects of different degrees of ultra-endurance exercise on systemic inflammatory responses. *Internal Medicine Journal*, 45(1), 74-79.
18. Coppalle, S., Rave, G., Ben Abderrahman, A. B., Ali, A., Salhi, I., Zouita, S., et al. (2019). Relationship of pre-season training load with In-season biochemical markers, injuries and performance in professional soccer players. *Frontiers in Physiology*, 10, 409.
19. Daussin, F. N., Zoll, J., Dufour, S. P., Ponsot, E., Lonsdorfer-Wolf, E., Doutreleau, S., Mettauer, B., Piquard, F., Geny, B., & Richard, R. (2008). Effect of interval versus continuous training on cardiorespiratory and mitochondrial functions: Relationship to aerobic performance improvements in sedentary subjects. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 295(R264-R272).
20. Djaoui, L., Haddad, M., Chamari, K., & Dellal, A. (2017). Monitoring training load and fatigue in soccer players with physiological markers. *Physiology & Behavior*, 181, 86-94.
21. Doma, K., & Deakin, G. B. (2014). The acute effects intensity and volume of strength training on running performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(1), 107-115.
22. Fatouros, I. G., Chatzinikolaou, A., Douroudos, I. I., Nikolaidis, M. G., Kyparos, A., Margonis, K., Michailidis, Y., Vantarakis, A., Taxildaris, K., Katrabasas, I., Mandalidis, D., Kouretas, D., & Jamurtas, A. Z. (2010). Time-Course of Changes in Oxidative Stress and Antioxidant Status Responses Following a Soccer Game. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(12), 3278-3286.

23. Fessi, M. S., Zarrouk, N., Filetti, C., Rebai, H., Elloumi, M., & Moalla, W. (2016). Physical and anthropometric changes during pre- and in-season in professional soccer players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 56(10), 1163-1170.
24. Gathercole, R., Sporer, B., Stellingwerff, T., & Sleivert, G. (2015). Alternative countermovement-jump analysis to quantify acute neuromuscular fatigue. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 10(1), 84-92.
25. Gravina, L., Ruiz, F., Diaz, E., Lekue, J. A., Badiola, A., Irazusta, J., & Gil, S. M. (2012). Influence of nutrient intake on antioxidant capacity, muscle damage and white blood cell count in female soccer players. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 9(1), 32. doi:10.1186/1550-2783-9-32.
26. Greenham, G., Buckley, J. D., Garrett, J., Eston, R., & Norton, K. (2018). Biomarkers of Physiological Responses to Periods of Intensified, Non-Resistance-Based Exercise Training in Well-Trained Male Athletes: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 48(11), 2517-2548.
27. Group F-NBW. (2016). BEST (Biomarkers, EndpointS, and other Tools) resource. *Silver Spring*, MD. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27010052>.
28. Hacker, S., Reichel, T., Hecksteden, A., Weyh, C., Gebhardt, K., Pfeiffer, M., Ferrauti, A., Kellmann, M., Meyer, T., & Krüger, K. (2021). Recovery-Stress Response of Blood-Based Biomarkers. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(11), 5776.
29. Hackney, A. C. (2020). Hypogonadism in exercising males: dysfunction or adaptive-regulatory adjustment? *Frontiers in Endocrinology*, 11, 11.
30. Halson, S.L. (2014). Monitoring Training Load to Understand Fatigue in Athletes. *Sports Medicine*, 44, 139-147.
31. Hammouda, O., Chtourou, H., Chaouachi, A., Chahed, H., Zarrouk, N., Miled, A., Chamari, K., & Souissi, N. (2013). Biochemical responses to level-1 yo-yo intermittent recovery test in young Tunisian football players. *Asian Journal of Sports Medicine*, 4(1), 23-28.
32. Hecksteden, A., Skorski, S., Schwindling, S., Hammes, D., Pfeiffer, M., Kellmann, M., et al. (2016). Blood-borne markers of fatigue in competitive athletes: results from simulated training camps. *PLoS ONE*, 11(2), e0148810.
33. Heisterberg, M. F., Fahrenkrug, J., Krstrup, P., Storskov, A., Kjær, M., & Andersen, J. L. (2013). Extensive monitoring through multiple blood samples in professional soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(5), 1260-1271.

34. Hooper, S. L., Mackinnon, L. T., & Howard, A. (1999). Physiological and psychometric variables for monitoring recovery during tapering for major competition. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 31(8), 1205-1210.
35. Impellizzeri, F. M., Menaspa, P., Coutts, A. J., Kalkhoven, J., & Menaspa, M. J. (2020). Training load and its role in injury prevention, part I: back to the future. *Journal of Athletic Training*, 55(9), 885-892.
36. Impellizzeri, F. M., Marcora, S. M., & Coutts, A. J. (2019). Internal and external training load: 15 years on. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 14(2), 270-273.
37. Jackson, A. S., & Pollock, M. L. (2004). Generalized equations for predicting body density of men. 1978. *The British journal of nutrition*, 91(1), 161–168.
38. Jones, C. M., Griffiths, P. C., & Mellalieu, S. D. (2017). Training Load and Fatigue Marker Associations with Injury and Illness: A Systematic Review of Longitudinal Studies. *Sports Medicine*, 47(6), 943-974.
39. Kellmann, M. (2010). Preventing overtraining in athletes in high-intensity sports and stress/recovery monitoring: Preventing overtraining. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 20(2), 95-102.
40. Κλεισούρας, Β., Γελαδάς, Ν., & Κοσκολού, Μ. (2015). Εργομετρία. *Εκδόσεις Π.Χ.Πασχαλίδης*, έκδοση 3^η, κεφ.10 σελ.299-336. ISBN: 9789963258031.
41. Lieber, R. L., & Fridén, J. (1999). Mechanisms of muscle injury after eccentric contraction. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 2(3), 253-265.
42. Mairbaurl, H. (2013). Red blood cells in sports: effects of exercise and training on oxygen supply by red blood cells. *Frontiers in Physiology*. 12(4), 332. doi: 10.3389/fphys.2013.00332.
43. Manna, I., Khanna, G. L., & Dhara, P. C. (2010). Effect of Training on Physiological and Biochemical Variables of Soccer Players of Different Age Groups. *Asian Journal of Sports Medicine*, 1(1), 5-22.
44. Mohr, M., Draganidis, D., Chatzinikolaou, A., Barbero-Alvarez, J. C., Castagna, C., Douroudos, I. I., Avloniti, A., Margeli, A., Papassotiriou, I., Flouris, A. D., Jamurtas, A. Z., Krstrup, P., & Fatouros, I. G. (2016). Muscle damage, inflammatory, immune and performance responses to three football games in 1 week in competitive male players. *European Journal of Applied Physiology*, 116(1), 179-193.
45. Mougios, V. (2007). Reference intervals for serum creatine kinase in athletes. *British Journal of Sports Medicine*, 41(10), 674-678.

46. Nedelec, M., McCall, A., Carling, C., Legall, F., Berthoin, S., & Dupont, G. (2012). Recovery in Soccer: Part I - Post-Match Fatigue and Time Course of Recovery. *Sport Med*, 42, 997-1015.
47. Papapanagiotou, A., Gissis, I., Papadopoulos, C., Souglis, A., Bogdanis, G. C., Giosos, I., & Sotiropoulos, A. (2011). Changes in homocysteine and 8-iso-PGF(2a) levels in football and hockey players after a match. *Research in Sports Medicine*, 19, 118-128.
48. Saidi, K., Ben Abderrahman, A., Hackney, A. C., Bideau, B., Zouita, S., Granacher, U., & Zouhal, H. (2021). Hematology, Hormones, Inflammation, and Muscle Damage in Elite and Professional Soccer Players: A Systematic Review with Implications for Exercise. *Sports Medicine*, 51(2), 365-386.
49. Saidi, K., Zouhal, H., Rhibi, F., Tijani, J. M., Boullosa, D., Chebbi, A., et al. (2019). Effects of a six-week period of congested match play on plasma volume variations, hematological parameters, training workload and physical fitness in elite soccer players. *PLoS One*, 14(7), e0219692.
50. Sayers, S. P., & Clarkson, P. M. (2003). Short-term immobilization after eccentric exercise. Part II: Creatine kinase and myoglobin. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35(5), 762-768.
51. Schneider, C., Hanakam, F., Wiewelhoeve, T., Doweling, A., Kellmann, M., Meyer, T., et al. (2018). Heart rate monitoring in team sports: a conceptual framework for contextualizing heart rate measures for training and recovery prescription. *Frontiers in Physiology*, 9, 639.
52. Schumacher, Y. O., Schmid, A., Grathwohl, D., Bultermann, D., & Berg, A. (2002). Hematological indices and iron status in athletes of various sports and performances. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 34, 869-875.
53. Scott, T. J., Black, C. R., Quinn, J., & Coutts, A. J. (2013). Validity and reliability of the Session-RPE method for quantifying training in Australian football: A comparison of the CR10 and CR100 scales. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(1), 270-276.
54. Silva, J.R., Rebelo, A., Marques, F., Pereira, L., Seabra, A., Ascensão, A., et al. (2014). Biochemical impact of soccer: An analysis of hormonal, muscle damage, and redox markers during the season. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 39(4), 432-438.
55. Silva, A. S., Santhiago, V., Papoti, M., & Gobatto, C. A. (2008). Hematological parameters and anaerobic threshold in Brazilian soccer players throughout a training program. *International Journal of Laboratory Hematology*, 30, 158-166.
56. Simpson, R. J. (2013). The effects of exercise on blood leukocyte numbers. In M. Gleeson, N. Bishop, & N. Walsh (Eds.), *Exercise immunology* (pp. 90-131). London: Routledge.

57. Souglis, A., Bogdanis, G. C., Chryssanthopoulos, C., Apostolidis, N., & Geladas, N. D. (2018). Time Course of Oxidative Stress, Inflammation, and Muscle Damage Markers for 5 Days After a Soccer Match: Effects of Sex and Playing Position. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(7), 2045-2054.
58. Souglis, A. G., Papapanagiotou, A., Bogdanis, G. C., Travlos, A. K., Apostolidis, N. G., & Geladas, N. D. (2015). Comparison of Inflammatory Responses to a Soccer Match Between Elite Male and Female Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29, 1227-1233.
59. Thomakos, P., Spyrou, K., Katsikas, C., Geladas, N.D., & Bogdanis, G.C. (2023). Effects of Concurrent High-Intensity and Strength Training on Muscle Power and Aerobic Performance in Young Soccer Players during the Pre-Season. *Sports*, 11(3), 59.
60. Thorpe, R., & Sunderland, C. (2012). Muscle Damage, Endocrine, and Immune Marker Response to a Soccer Match. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26, 2783-2790.
61. Tim, M., & Meister, S. (2011). Routine blood parameters in elite soccer players. *International Journal of Sports Medicine*, 32(11), 875-881.
62. Walker, A. J., McFadden, B. A., Sanders, D. J., Rabideau, M. M., Hofacker, M. L., & Arent, S. M. (2019). Biomarker response to a competitive season in division I female soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(10), 2622-2628.
63. Whittaker, J. (2023). High-protein diets and testosterone. *Nutrition and Health*, 29(2), 185-191.
64. Wilson J.M., Loenneke J. P., Jo E., Wilson G. J., Zourdos M. C., Kim J. S. (2012). The effects of endurance, strength, and power training on muscle fiber type shifting. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(6), 1724-1729.