

# **ΒΙΟΧΗΜΙΚΕΣ ΑΛΛΑΓΕΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΗΣ ΠΡΟ-ΑΓΩΝΙΣΤΙΚΗΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥ ΣΕ ΕΛΙΤΕ ΠΟΔΟΣΦΑΙΡΙΣΤΕΣ**

του  
Βασίλη Αλεξίου

Μεταπτυχιακή διατριβή που υποβάλλεται  
στο καθηγητικό σώμα για την μερική εκπλήρωση των υποχρεώσεων για την απόκτηση  
του Μεταπτυχιακού τίτλου του Διατμηματικού Μεταπτυχιακού Προγράμματος  
«Άσκηση και Ποιότητα Ζωής» των Τμημάτων Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και  
Αθλητισμού του Δημοκρίτειου Παν/μιου Θράκης και του Παν/μιου Θεσσαλίας

Κομοτηνή

Οκτώβριος 2004

Εγκεκριμένο από το Καθηγητικό σώμα:

1<sup>ος</sup> Επιβλέπων: Τζιαμούρτας Αθανάσιος

2<sup>ος</sup> Επιβλέπων: Φατούρος Ιωάννης

3<sup>ος</sup> Επιβλέπων: Καμπάς Αντώνης

© 2004  
Αλεξίου Βασίλειος  
ALL RIGHTS RESERVED

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	ΣΕΛΙΔΑ
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	2
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	3
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	4
ABSTRACT	5
I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	6
<i>ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ</i>	7
<i>ΥΠΟΘΕΣΕΙΣ</i>	8
<i>ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ</i>	8
<i>ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ</i>	8
<i>ΟΡΙΣΜΟΙ</i>	9
II. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ	12
<i>ΕΤΗΣΙΟΣ ΚΥΚΛΟΣ ΠΡΟΠΟΝΗΣΗΣ</i>	12
<i>ΠΡΟ-ΑΓΩΝΙΣΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ</i>	12
<i>ΑΓΩΝΙΣΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ</i>	12
<i>ΜΕΤΑΒΑΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ</i>	12
<i>ΠΡΟ-ΑΓΩΝΙΣΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ</i>	13
<i>ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ ΣΕ ΔΕΙΚΤΕΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ</i>	14
<i>ΟΞΥΓΟΝΟΥ</i>	
<i>ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ ΣΕ ΔΕΙΚΤΕΣ ΗΠΙΑΤΙΚΗΣ</i>	14
<i>ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ</i>	
<i>ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ ΣΕ ΔΕΙΚΤΕΣ ΝΕΦΡΙΚΗΣ</i>	15
<i>ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ</i>	
<i>ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ ΣΕ ΔΕΙΚΤΕΣ ΣΑΜΑ</i>	16
III. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	20
<i>ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΕΣ</i>	20
<i>ΣΩΜΑΤΟΔΟΜΗ</i>	20
<i>ΠΡΟΠΟΝΗΣΗ ΠΡΟ ΑΓΩΝΙΣΤΙΚΗΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥ</i>	20
<i>ΒΙΟΧΗΜΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ</i>	22
<i>ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ</i>	23
IV. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	24
V. ΣΥΖΗΤΗΣΗ	29
VI. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	35
VII. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	37

## **Ευχαριστίες**

Με την ολοκλήρωση της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους εκείνους που συνέβαλλαν στην ορθότερη δυνατή διεκπεραίωση της τελευταίας.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες οφείλω στον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Αθανάσιο Τζιαμούρτα, για την υποστήριξη του καθ'όλη την πορεία της εργασίας. Επιπλέον θα ήθελα να ευχαριστήσω τους κ.κ. Φατούρο Ιωάννη και Καμπά Αντώνη για τη βοήθεια τους στην ολοκλήρωση της εργασίας.

Τέλος, θα ήταν παράλειψη μου να μην ευχαριστήσω τους αθλητές οι οποίοι έλαβαν μέρος στην έρευνα.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αλεξίου Βασίλης: Βιοχημικές αλλαγές κατά τη διάρκεια της προ-αγωνιστικής περιόδου σε elite ποδοσφαιριστές

(Με την επίβλεψη του Λέκτορα κ. Αθανάσιου Τζιαμούρτα).

Η έντονη προπόνηση μπορεί να επιφέρει σημαντικές μεταβολές σε μεταβλητές που σχετίζονται με το αιματολογικό και ορμονικό προφίλ του αθλητή.

Ο σκοπός της συγκεκριμένης εργασίας ήταν να εξετάσει την επίδραση που θα είχε μια έντονη προπονητική περίοδος οκτώ εβδομάδων σε αιματολογικές και ορμονικές παραμέτρους που σχετίζονται με το σύστημα μεταφοράς οξυγόνου, τη λειτουργία κύριων οργάνων του σώματος και δεικτών που σχετίζονται με το σύνδρομο της υπερπροπόνησης σε ελίτ ποδοσφαιριστές. Στην εργασία πήραν μέρος 46 άτομα από τα οποία τα 23 ήταν ποδοσφαιριστές που ανήκαν σε ομάδα Α΄ Εθνικής κατηγορίας ενώ τα υπόλοιπα 23 άτομα αποτέλεσαν την ομάδα ελέγχου. Αίμα συλλέχθηκε μετά από 8ωρη νηστεία πριν και μετά από μια περίοδο οκτώ εβδομάδων (στην αρχή και το τέλος της προαγωνιστικής περιόδου). Το αίμα που συλλέχθηκε αναλύθηκε για αιματοκρίτη, αιμοσφαιρίνη, σίδηρο, φεριτίνη, ολική σιδηροδεσμευτική ικανότητα, ουρία, κρεατινίνη, SGOT, SGPT, αριθμό λευκών αιμοσφαιρίων, τεστοστερόνη και κορτιζόλη. Χρησιμοποιήθηκε two way repeated MANOVA για να συγκρίνει τις τιμές των παραμέτρων, που λήφθηκαν πριν την έναρξη, και το τέλος της προ-αγωνιστικής περιόδου. Τα αποτελέσματα έδειξαν μία σημαντική μείωση στα επίπεδα της αιμοσφαιρίνης, του αριθμού των ερυθρών αιμοσφαιρίων και της φεριτίνης μετά το πέρας των οκτώ εβδομάδων. Επίσης, τα επίπεδα της SGOT και της κορτιζόλης μειώθηκαν σημαντικά ενώ παρατηρήθηκε μια αύξηση στα επίπεδα της κρεατινίνης. Τα αποτελέσματα αυτά υποδεικνύουν πως μια περίοδος έντονης προπόνησης οκτώ εβδομάδων μπορεί να επιφέρει σημαντικές μεταβολές σε δείκτες που σχετίζονται με το αιματολογικό και ορμονικό προφίλ ελίτ ποδοσφαιριστών.

Λέξεις κλειδιά: Βιοχημεία, σπορ, άσκηση, αιματολογία

## **ABSTRACT**

Alexiou Vasilis: Biochemical changes during a preseason training period in elite soccer players

(Under the supervision of Lecturer Jamurtas Athanasios).

Intense physical training can result in hematological and hormonal changes. The purpose of this study was to examine whether eight weeks of intense training in elite soccer players would result in hematological and hormonal changes indicative of the function of the oxygen transport system, the function of major organs and the overtraining syndrome. Forty six males participated in the study. Twenty three were members of a first division Soccer club whereas the remaining 23 served as controls. Blood samples were taken prior to the beginning and at the end of an eight week preseason training period. Blood was analyzed for hematocrit (Hct), hemoglobin (Hb), red blood cell count (RBC) iron, ferritin, total iron binding capacity (TIBC), urea, creatinine, SGOT, SGPT, total leukocyte count, testosterone and cortisol. Two way repeated MANOVA was utilised to analyse differences between the experimental and control group before and after the end of the training period. The results showed a significant decrease in haemoglobin, RBC and ferritin. Furthermore, there was a significant decrease in SGOT and cortisol and a significant increase in the creatinine levels. These results suggest that intense soccer training may affect factors that relate to hematological and hormonal profile of elite soccer players.

Key Words: biochemistry, sports, exercise, hematology

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το ποδόσφαιρο αποτελεί ένα σύνθετο και δυναμικό άθλημα όπου τίθενται υψηλές απαιτήσεις όσον αφορά τη φυσική κατάσταση, η οποία θεωρείται ένας από τους καθοριστικούς παράγοντες απόδοσης. Εξίσου καθοριστική είναι και η ικανότητα του ποδοσφαιριστή να μπορεί να εκτελεί διάφορες τεχνικό-τακτικές ενέργειες σε υψηλή ένταση όπως π.χ. ντρίμπλα, διπλή πάσα, μονομαχίες για τον έλεγχο της μπάλας ή να μπορεί να ανταποκριθεί με επιτυχία στις απαιτήσεις μοντέρνων αμυντικών και επιθετικών συστημάτων τακτικής και υπό συνθήκες πίεσης, τόσο χρονικής όσο και πίεσης μέσω αντιπάλου.

Η διαρκής εναλλαγή των αγωνιστικών συνθηκών κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού απαιτεί επίσης την ανάπτυξη σε υψηλό βαθμό συγκεκριμένων γνωστικών-αντιληπτικών ικανοτήτων όπως η προσοχή και η αυτοσυγκέντρωση, ενώ από την άλλη πλευρά οι ποδοσφαιριστές πρέπει να είναι σε θέση να αντιμετωπίσουν με επιτυχία καταστάσεις υψηλής ψυχικής διέγερσης τόσο μέσα όσο και έξω από τους αγωνιστικούς χώρους.

Η έντονη προπόνηση μπορεί μερικές φορές να επιδράσει στο «φυσιολογικό χαρακτήρα των παικτών» με συνέπεια τις βιοχημικές αλλαγές, οι οποίες εάν περάσουν απαρατήρητες μπορεί να οδηγήσουν στη μείωση της απόδοσης ή να επιφέρουν ακόμα και τραυματισμούς. Το ποδόσφαιρο σαν παιχνίδι εξαρτάται σε υψηλό βαθμό από το αναερόβιο και το αερόβιο σύστημα κατανάλωσης ενέργειας. Δεδομένου ότι το ποδόσφαιρο εξαρτάται σε υψηλό βαθμό από το σύστημα μεταφοράς οξυγόνου, η έντονη προπόνηση μπορεί να μεταβάλλει τη λειτουργία των συστατικών που σχετίζονται με αυτό το σύστημα όπως η αιμοσφαιρίνη ή ο σίδηρος σχετικά με τη μείωση της απόδοσης. Οι μεταβλητές που αφορούν τη μεταφορά οξυγόνου έχει αποδειχθεί ότι διαφέρουν μεταξύ των ανδρών και των γυναικών ενώ έχουν άμεση συσχέτιση με το είδος του αθλήματος. Η ανεπάρκεια σιδήρου οδηγεί στη σημαντική μείωση της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου με επακόλουθο την πτώση της διάρκειας της απόδοσης στους ποδοσφαιριστές.

Υπάρχουν διάφοροι παράγοντες που είναι ενδεικτικοί της κατάστασης σημαντικών οργάνων και ιστών στο ανθρώπινο σώμα. Η στενή παρακολούθηση αυτών των παραγόντων μπορεί να είναι ένα χρήσιμο εργαλείο για τον γιατρό ή εργοφυσιολόγο της ομάδας, που είναι αρμόδιοι για την ιατρική επίβλεψη της ομάδας. Επιπλέον, η έντονη προπόνηση χωρίς το κατάλληλο διάλειμμα μπορεί να οδηγήσει στην υπερπροπόνηση με τα γνωστά συμπτώματα ή το σύνδρομο

ανεξήγητα μειωμένης απόδοσης (ΣΑΜΑ).

Το σύνδρομο της υπερπροπόνησης ή ΣΑΜΑ είναι μια κατάσταση στην οποία ο αθλητής είναι απρόθυμος να συμμετέχει στις προπονήσεις, κουράζετε εύκολα, είναι ενοχλημένος και γενικά χαρακτηρίζεται από διάφορες αλλαγές, βιοχημικές αλλά και

κλινικές, της ανθρώπινης συμπεριφοράς και λειτουργίας. Η προπόνηση της προ-αγωνιστικής περιόδου, που χαρακτηρίζεται από τα μεγάλα και έντονα φορτία σε υψηλή ένταση, ενέχει τον κίνδυνο της εμφάνισης μιας δυσαναλογίας της ποσότητας προπόνησης και του χρόνου που χρειάζεται ο οργανισμός του αθλητή για την αποκατάσταση.

Με τον όρο μεταβολισμό εννοούμε το σύνολο των χημικών αντιδράσεων που συμβαίνουν σε ένα ζωντανό σύστημα. Δυο είναι τα κύρια χαρακτηριστικά που διακρίνουν τον μεταβολισμό: α) η εξαιρετική ποικιλία που παρουσιάζει μιας και οι αντιδράσεις που και το πιο απλό κύτταρο μπορεί να φέρει σε πέρας είναι χιλιάδες, και β) οι όποιες αντιδράσεις δεν διεξάγονται με σταθερή ταχύτητα αφού αυτή επηρεάζεται από πλήθος εσωτερικών και εξωτερικών παραγόντων.

Σε έναν υγιή οργανισμό υπάρχει αυστηρός μεταβολικός έλεγχος, δηλαδή έλεγχος της ταχύτητας των βιοχημικών αντιδράσεων, που επιτρέπει στον οργανισμό να αναπτύσσεται και να επιβιώνει στις συνθήκες του περιβάλλοντος του. Η σωματική άσκηση αντιπροσωπεύει μια σοβαρή δοκιμασία για τον οργανισμό του ανθρώπου. Λίγα άλλα αίτια προκαλούν τόσες θεαματικές αλλαγές στον μεταβολισμό.

## **ΣΚΟΠΟΣ**

Σκοπός της συγκεκριμένης εργασίας ήταν να παρουσιάσει τις αλλαγές σε τρεις (3) βασικές κατηγορίες βιοχημικών παραμέτρων ύστερα από μια προ-αγωνιστική περίοδο οκτώ (8) εβδομάδων στο άθλημα του ποδοσφαίρου.

Οι τρεις αυτές κατηγορίες βιοχημικών παραμέτρων είναι:

- το σύστημα μεταφοράς οξυγόνου
- οι δείκτες λειτουργίας των ιστών και των οργάνων του ανθρώπινου οργανισμού
- οι δείκτες υπερπροπόνησης



## **ΥΠΟΘΕΣΕΙΣ**

Η προ αγωνιστική περίοδος δεν θα επηρεάσει το σύστημα μεταφοράς οξυγόνου

Η προ αγωνιστική περίοδος δεν θα επηρεάσει τους δείκτες λειτουργίας των ιστών και των οργάνων του ανθρώπινου οργανισμού

Η προ αγωνιστική περίοδος δεν θα επηρεάσει τους δείκτες υπερπροπόνησης

## **ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ**

Η συγκεκριμένη ερευνητική εργασία εξέτασε συγκεκριμένους και όχι όλους τους δείκτες μεταφοράς οξυγόνου.

Η συγκεκριμένη ερευνητική εργασία εξέτασε ως δείκτες ηπατικής λειτουργίας τα ένζυμα SGOT, και SGPT.

Η συγκεκριμένη ερευνητική εργασία εξέτασε ως δείκτες νεφρικής λειτουργίας τις ουσίες κρεατινίνη και ουρία.

Η συγκεκριμένη ερευνητική εργασία εξέτασε ως δείκτες ΣΑΜΑ την καταβολική ορμόνη κορτιζόλη, την αναβολική ορμόνη τεστοστερόνη και την αναλογία αυτών.

Η συγκεκριμένη ερευνητική εργασία εξέτασε μόνο άνδρες ποδοσφαιριστές υψηλού αγωνιστικού επιπέδου.

Η προ αγωνιστική περίοδος ήταν συγκεκριμένης χρονικής διάρκειας, δηλαδή οκτώ (8) εβδομάδων.

Οι αλλαγές στις βιοχημικές παραμέτρους αφορούν και σχετίζονται με την επιβάρυνση του συγκεκριμένου προπονητικού προγράμματος που εφαρμόστηκε στην προ αγωνιστική περίοδο.

## **ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ**

Τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης εργασίας θα αποτελέσουν σημαντικό οδηγό για την ενημέρωση προπονητών και εργοφυσιολόγων στην αξιολόγηση της επίδρασης μιας προ- αγωνιστικής περιόδου στο βιοχημικό προφίλ ποδοσφαιριστών υψηλού αγωνιστικού επιπέδου.

## **ΟΡΙΣΜΟΙ**

### **Σίδηρος**

Αποτελεί συστατικό της αιμοσφαιρίνης και μυοσφαιρίνης και του ενζύμου κυττοχρωματικής οξειδάσης (ένζυμο της κυτταρικής αναπνοής). Επομένως βοηθά στην δέσμευση και μεταφορά του οξυγόνου από το αίμα στα μυϊκά κύτταρα. Η έλλειψη σιδήρου προκαλεί κόπωση, μείωση της ετοιμότητας και της απόδοσης.

### **Φεριτίνη**

Η φεριτίνη αντιπροσωπεύει την αποθηκευτική ικανότητα του οργανισμού σε σίδηρο .

### **Τεστοστερόνη**

Η τεστοστερόνη είναι η σπουδαιότερη ανδρογόνος στεροειδή ορμόνη. Εκκρίνεται από τους όρχεις και σε μικρότερο βαθμό από τον φλοιό των επινεφριδίων. Η άσκηση αυξάνει κατά κανόνα την ποσότητα τεστοστερόνης στον ορό.

### **Κορτιζόλη**

Είναι ορμόνη που παράγεται και εκκρίνεται από το φλοιό των επινεφριδίων. Η έκκριση της ρυθμίζεται από μια άλλη ορμόνη την ACTH (φλοιοεπινεφριδιοτρόπος) που εκκρίνεται από την υπόφυση και δρα στο φλοιό των επινεφριδίων. Η κορτιζόλη έχει βιολογικό ρυθμό έκκρισης στη διάρκεια του 24ώρου. Συνήθως φθάνει στη μέγιστη συγκέντρωσή της στο πλάσμα κατά τις πρωινές ώρες. Επίσης έχει πολύ σημαντική λειτουργία σε καταστάσεις στρες για τον οργανισμό όπως χειρουργικές επεμβάσεις, σοβαρά τραύματα, εγκαύματα κ.λπ. όπου η έκκρισή της αυξάνει και βοηθά τον οργανισμό να βγει από το στρες. Σε μακροχρόνια χρήση προκαλεί οστεοπόρωση, μυοπάθεια, ενώ κάνει τον οργανισμό πιο ευάλωτο στις λοιμώξεις διότι μειώνει την άμυνά του.

### **Ουρία**

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.

Η παρακολούθηση της συγκέντρωσης της ουρίας κατά την άσκηση παρέχει πληροφορίες για τον καταβολισμό των αμινοξέων. Αν αυξηθεί μετά από μια ορισμένη ποσότητα επιβάρυνσης αυτό σημαίνει ότι αυξήθηκε η κατανάλωση αμινοξέων ως πηγή ενέργειας.

### **Κρεατινίνη**

Η κρεατινίνη είναι το προϊόν της αφυδάτωσης της κρεατίνης από την οποία συνθέτεται η φωσφοκρεατινίνη η οποία αποτελεί ως πηγή ATP για τους μυς σε σύντομες εκρηκτικές προσπάθειες. Χρησιμεύει ως δείκτης νεφρικής λειτουργίας

### **Ολική σιδηροδεσμευτική ικανότητα (TIBC)**

Είναι ειδική εξέταση που διαπιστώνει την σιδηροπενία

### **Ερυθρά αιμοσφαίρια**

Κύτταρα υπεύθυνα για τη θρέψη του οργανισμού και τη μεταφορά οξυγόνου. Είναι αμφίκοιλα 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**

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**

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.

### **Αιμοσφαιρίνη**

Η κύρια ουσία που βρίσκεται μέσα στα ερυθρά αιμοσφαίρια και είναι η

κατεξοχήν υπεύθυνη για τη δέσμευση του οξυγόνου από τους πνεύμονες, τη μεταφορά αυτού, μέσω των αγγείων, και την απόδοσή του, στους ιστούς

### **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.

## **ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ**

### *ΕΤΗΣΙΟΣ ΚΥΚΛΟΣ ΠΡΟΠΟΝΗΣΗΣ*

Ένας ετήσιος κύκλος προπόνησης χαρακτηρίζεται από ορισμένες προπονητικές φάσεις όπου η ένταση, η διάρκεια και ο προπονητικός όγκος μεταβάλλονται έτσι ώστε ο αθλητής να δέχεται τα κατάλληλα προπονητικά ερεθίσματα κάθε φορά.

Επιπρόσθετα, σε ομαδικά αθλήματα, όπως το ποδόσφαιρο, σημαντική θέση στον προπονητικό σχεδιασμό περιλαμβάνει η τεχνική και τακτική. Σε καθαρά αμιγώς προπονητικά θέματα και σε γενικές γραμμές ο ετήσιος προπονητικός κύκλος στο ποδόσφαιρο χαρακτηρίζεται από τρεις προπονητικές φάσεις: την προ-αγωνιστική, την αγωνιστική και τη μεταβατική περίοδο.

### *ΠΡΟ-ΑΓΩΝΙΣΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ*

Με τον όρο προ-αγωνιστική περίοδος εννοείται το χρονικό διάστημα έναρξης της προπόνησης που ακολουθεί την μεταβατική φάση ή όπως αλλιώς αποκαλείται και «φάση συντήρησης» του ποδοσφαιριστή. Συνήθως διαρκεί έξι με οκτώ εβδομάδες.

### *ΑΓΩΝΙΣΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ*

Η πιο μεγάλη χρονικά περίοδος στον ετήσιο κύκλο προπόνησης είναι η αγωνιστική περίοδος. Συνήθως διαρκεί οκτώ με εννέα μήνες μιας και συμπίπτει με την αρχή και το τέλος των αγωνιστικών υποχρεώσεων των ομάδων. Στόχος αυτής της περιόδου είναι η βελτίωση, η σταθεροποίηση και η διατήρηση της αθλητικής φόρμας των παικτών μέχρι την ολοκλήρωση των αγωνιστικών υποχρεώσεων τους.

### *ΜΕΤΑΒΑΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ*

Με τον όρο μεταβατική περίοδος εννοείται το χρονικό διάστημα μεταξύ της αγωνιστικής και της προ αγωνιστικής περιόδου. Στόχοι αυτής τη περιόδου είναι η σωματική και ψυχική ανανέωση των παικτών, η θεραπεία ενδεχομένων τραυματισμών από την αγωνιστική περίοδο και η διατήρηση της αθλητικής φόρμας σε τέτοιο επίπεδο όπου θα επιτρέψει στους αθλητές να ξεκινήσουν πιο ομαλά την νέα αθλητική περίοδο.

## ΠΡΟ-ΑΓΩΝΙΣΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ

Η προ-αγωνιστική περίοδος είναι η πιο σημαντική περίοδος του ετήσιου κύκλου προπόνησης, επειδή αποτελεί το θεμέλιο λίθο πάνω στο οποίο οικοδομείται ολόκληρος ο ετήσιος προπονητικός σχεδιασμός. Στόχος αυτής της περιόδου είναι να μπουν οι βάσεις για να αποκτήσει ο ποδοσφαιριστής την αθλητική του φόρμα κατά την διάρκεια της αγωνιστικής περιόδου. Πιο συγκεκριμένα οι προπονητικοί στόχοι αυτής της περιόδου είναι :

- Η ανάπτυξη και η βελτίωση της φυσικής κατάστασης των ποδοσφαιριστών καθώς και όλων των παραμέτρων της.
- Η εκμάθηση, αφομοίωση και τελειοποίηση της ατομικής τεχνικής.
- Η διδασκαλία και η προπόνηση της ατομικής και ομαδικής τεχνικής.
- Η αφομοίωση από την πλευρά των παικτών του συστήματος που θέλει να επιβάλλει ο προπονητής.

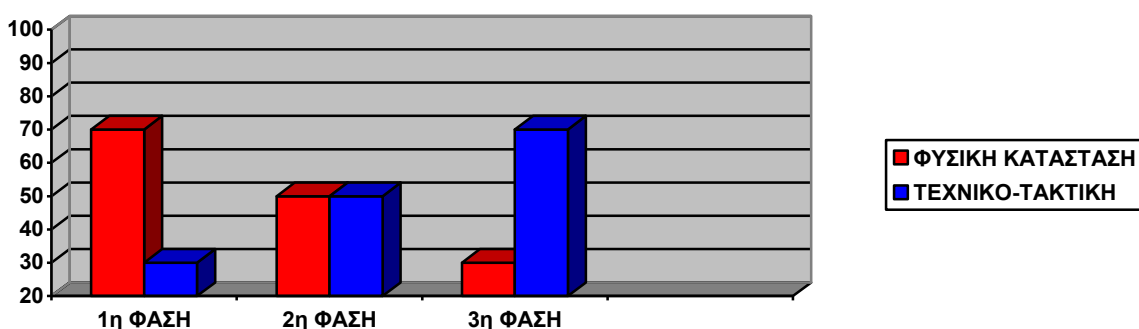
Κύρια χαρακτηριστικά της προπόνησης αυτής της περιόδου είναι:

- η προοδευτική αύξηση της επιβάρυνσης σε σχέση με την ποσότητα
- η προοδευτική αύξηση της επιβάρυνσης σε σχέση με την ένταση
- η συχνότητα των προπονητικών μονάδων
- η προοδευτική αύξηση του βαθμού δυσκολίας των ασκήσεων τεχνικής

Η περίοδος προετοιμασίας χωρίζεται σε τρεις φάσεις :

1. Α' Φάση (Φάση γενικής προετοιμασίας) διαρκεί συνήθως 1-2 εβδομάδες
2. Β' Φάση (Φάση ειδικής προετοιμασίας) διαρκεί συνήθως 3-6 εβδομάδες
3. Γ' Φάση (Φάση φόρμας παικτών) διαρκεί συνήθως 7-8 εβδομάδες

Σχήμα 1: Αναλογία φυσικής κατάστασης με την τεχνικό-τακτική στη προ-αγωνιστική περίοδο



## *ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ ΣΕ ΔΕΙΚΤΕΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΟΞΥΓΟΝΟΥ*

Η σωματική άσκηση, και ιδιαίτερα η αερόβια, προκαλεί διάφορες οξείες και χρόνιες αιματολογικές μεταβολές ή προσαρμογές, ορισμένες από τις οποίες είναι ωφέλιμες για την υγεία και σωματική απόδοση. Οι μεταβολές αυτές αφορούν τον πληθυσμό και τη λειτουργία των έμμορφων συστατικών του αίματος, τον όγκο και τη σύσταση του πλάσματος, την πηκτικότητα και ινωδολυτική δραστηριότητα του αίματος καθώς και την αιματική ρεολογία.

Η συστηματική άσκηση αυξάνει τον αριθμό των ερυθρών αιμοσφαιρίων και τη συνολική ποσότητα της κυκλοφορούσας αιμοσφαιρίνης (Adner 1989, Yoshimura et al. 1980).

Η αιμοσφαιρίνη είναι η μεταφορική πρωτεΐνη του οξυγόνου στο αίμα. Μετά το νερό αποτελεί το πιο άφθονο συστατικό του αίματος. Η συγκέντρωση της αιμοσφαιρίνης συνήθως αυξάνεται κατά την άσκηση ενώ αντίθετα μακροπρόθεσμα η επίδραση της άσκησης στην αιμοσφαιρίνη είναι η μείωση. Παράλληλα με την αύξηση των ερυθρών αιμοσφαιρίων και της αιμοσφαιρίνης επέρχεται και αύξηση του όγκου του πλάσματος (άρα και του ολικού όγκου του αίματος) και σε ορισμένες περιπτώσεις, όπως οι αθλητές αντοχής, η αύξηση είναι αναλογικά μεγαλύτερη από αυτή της αύξησης της μάζας των ερυθροκυττάρων. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να εμφανίζεται ελαφρώς μειωμένη η τιμή του αιματοκρίτη και να δημιουργείται μια πλασματική εικόνα αναιμίας, η οποία αποκαλείται 'ψευδοαναιμία των αθλητών».

## *ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ ΣΕ ΔΕΙΚΤΕΣ ΗΠΙΑΤΙΚΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ*

Παράγοντες που επηρεάζουν την πεπτική λειτουργία (τόσο στη φύση όσο και στην έκταση των μεταβολών) και που εκδηλώνονται κατά τη διάρκεια αθλητικών προσπαθειών είναι:

1) η σχετική ένταση της άσκησης. Συνήθως η ένταση της άσκησης πρέπει να ξεπερνά το 65-75% της VO<sub>2</sub>max για να μπορέσουν να είναι έκδηλες οι μεταβολές της πεπτικής λειτουργίας στο ασκούμενο άτομο, 2) το επίπεδο της φυσικής κατάστασης του αθλητή. Όσο καλύτερα είναι προπονημένα ένα άτομο τόσο καλύτερα «ανέχεται» τις σχετικές επιβαρύνσεις που δέχεται συγκριτικά με ένα αγύμναστο άτομο και 3) την παρουσία τροφής στο στομάχι. Όταν η άσκηση γίνεται με άδειο στομάχι, οι μεταβολές της πεπτικής λειτουργίας είναι εντελώς ασήμαντες ενώ το αντίθετο συμβαίνει όταν ο γαστροεντερικός σωλήνας περιέχει τροφή.

Η ηπατική δυσλειτουργία μπορεί να αξιολογηθεί παρατηρώντας μεταβολές σε ορισμένους ηπατικούς δείκτες όπως είναι η χολερυθρίνη και διάφορα ένζυμα. Ορισμένοι αθλητές οι οποίοι ασκούνται έντονα και πολύωρα μπορεί να εμφανίσουν αυξημένη συγκέντρωση χολερυθρίνης και ορισμένων ενζύμων στον ορό του αίματος. Αυτή η αύξηση ορισμένες φορές μπορεί να εκληφθεί λανθασμένα ως ένδειξη ηπατικής δυσλειτουργίας. Ωστόσο, θα πρέπει να γίνεται μια ολοκληρωμένη αποτίμηση της συγκέντρωσης των ηπατικών ενζύμων και κυρίως της αμινοτρανσφεράση της αλανίνης (SGPT) και της αμινοτρανσφεράση του ασπαρτικού οξέος (SGOT). Έχει παρατηρηθεί πως η συγκέντρωση αυτών των ενζύμων είναι αυξημένη σε δρομείς μεγάλων αποστάσεων (Bunch, 1980) αλλά και σε άλλους αθλητές, όπως κολυμβητές (Burke et al. 1982). Η εξέταση δεικτών που σχετίζονται με την πεπτική λειτουργία πρέπει να γίνεται διεξοδικά και η αυξημένη συγκέντρωση των παραπάνω ενζύμων δεν συνιστά αυτόματα και ηπατική δυσλειτουργία, ιδιαίτερα όταν η συγκέντρωση της γ-γλουταμυλικής τρανσπεπτιδάσης (γ-GT), η οποία θεωρείται αντιπροσωπευτικό ένζυμο της ηπατικής λειτουργίας, κυμαίνεται σε φυσιολογικά επίπεδα και πολύ περισσότερο όταν η αύξηση στη συγκέντρωση των τρανσαμινασών συνοδεύεται και από παράλληλη αύξηση της συγκέντρωσης της κρεατινικής κινάσης (CK) και της γαλακτικής αφυδρογονάσης (LDH).

#### *ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ ΣΕ ΔΕΙΚΤΕΣ ΝΕΦΡΙΚΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ*

Η φύση και η έκταση των ασκησιογενών μεταβολών της νεφρικής λειτουργίας εξαρτώνται από ορισμένους παράγοντες που σχετίζονται με την ένταση και τη διάρκεια της άσκησης, από το επίπεδο της φυσικής κατάστασης των ατόμων, από το βαθμό ενυδάτωσης του ασκούμενου και από τις συνθήκες υγρασίας και θερμοκρασίας του περιβάλλοντος όπου πραγματοποιείται η άσκηση.

Οι προσπάθειες οι οποίες χαρακτηρίζονται από χαμηλή έως μέτρια ένταση δεν προκαλούν σημαντικές μεταβολές στη νεφρική λειτουργία, ακόμα και όταν χαρακτηρίζονται από παρατεταμένη διάρκεια. Για να μεταβληθεί σημαντικά η νεφρική λειτουργία πρέπει η ένταση της άσκησης να είναι τέτοιας μορφής που να προκαλείται ευρεία κινητοποίηση του αίματος προς τους υπερλειτουργούντες σκελετικούς μύες και δραστική μείωση της αιμάτωσης των σπλάγγων. Όσο μεγαλύτερη είναι η ένταση της άσκησης, τόσο ριζικότερες και ουσιαστικότερες αναμένονται να είναι οι μεταβολές της νεφρικής λειτουργίας.



Οι μεταβολές που παρατηρούνται στη νεφρική λειτουργία δεν είναι άμεσες και χρειάζεται ένα χρονικό διάστημα για να μπορέσουν να επέλθουν μεταβολές στη νεφρική λειτουργία. Οι βραχύβιες προσπάθειες όσο έντονες και εάν είναι δεν προφταίνουν να μεταβάλλουν ουσιαστικά τη νεφρική λειτουργία. Απαιτούνται τουλάχιστον δέκα λεπτά άσκησης για να μπορέσει να μεταβληθεί η αιμάτωση της νεφρικής λειτουργίας που παρατηρείται κατά τη διάρκεια της άσκησης διαφόρων μορφών έντασης (Poortmans 1984).

Το επίπεδο της φυσικής κατάστασης των ασκουμένων επηρεάζει τις μεταβολές που επέρχονται στη νεφρική λειτουργία με τέτοιο τρόπο ώστε τα καλογυμνασμένα άτομα, και ιδιαίτερα οι αθλητές αγωνισμάτων αντοχής, να παρουσιάζουν ηπιότερες μεταβολές σε στη νεφρική λειτουργία συγκριτικά με τα άτομα τα οποία είναι αγύμναστα και πραγματοποιούν σωματική άσκηση σε περιβάλλον με ίδια θερμοκρασία, υγρασία και υψόμετρο. Σημαντικός παράγοντας για αυτές τις μεταβολές είναι η αύξηση του βαθμού ενυδάτωσης του σώματος και του όγκου του πλάσματος.

Ο βαθμός ενυδάτωσης και οι κλιματολογικές συνθήκες αποτελούν επίσης καθοριστικούς παράγοντες επηρεασμού του τρόπου λειτουργίας των νεφρών. Όταν η άσκηση πραγματοποιείται σε υγρό και θερμό περιβάλλον όπου αυξάνεται ο ρυθμός εφίδρωσης και η απώλεια των υγρών και ηλεκτρολυτών είναι μεγαλύτερη, τότε η νεφρική λειτουργία μπορεί να μεταβληθεί ριζικά εξαιτίας της μεταβολής της συγκέντρωσης των ιόντων (νάτριο, χλώριο) .

#### *ΕΠΙΠΡΑΞΗ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ ΣΕ ΔΕΙΚΤΕΣ ΣΑΜΑ*

Το σύνδρομο της υπερπροπόνησης αναφέρεται σε ένα σύνολο σημείων και συμπτωμάτων όπως χρόνιος κόπιατος, ορμονικές διαταραχές, καταστολή ανοσοβιολογικού συστήματος (ευπάθεια σε λοιμώξεις), ανωμαλίες του καρδιαναπνευστικού, νευρομυϊκού και πεπτικού συστήματος. Οι επιπτώσεις του συνδρόμου υπερπροπόνησης είναι εμφανείς στο λειτουργικό, στον κινητικό όσο και στον ψυχολογικό τομέα.

Στον κινητικό τομέα συγκεκριμένα παρατηρούνται λάθη στο ρυθμό και στη συνολική εκτέλεση των κινήσεων. Η πτώση της απόδοσης οφείλεται στην πτώση της φυσικής κατάστασης και ιδιαίτερα της μείωσης της αντοχής, της μέγιστης δύναμης και της ταχυδύναμης. Εμφανή είναι η επιθυμία αποφυγής του συναγωνισμού και η ελάττωση του ενδιαφέροντος για άσκηση.

Όσον αφορά το φυσιολογικό - λειτουργικό τομέα παρατηρείται ελάττωση βάρους λόγω ανορεξίας, μείωση της μυϊκής μάζας λόγω αυξημένου καταβολισμού των πρωτεϊνών, αύξηση της καρδιακής συχνότητας κατά την ηρεμία, λευκωματουρία, αιματολογικές διαταραχές, λεμφαδενοπάθεια, διαταραχές ύπνου, δύσπνοια, διάρροια, ναυτία, προδιάθεση για αλλεργικές αντιδράσεις, κνησμός και εφίδρωση. Συγκεκριμένα προειδοποιητικά σημεία - ενδείξεις είναι: α) η αύξηση των καρδιακών σφυγμών κατά 6-7 παλμούς το λεπτό στην ηρεμία περισσότερους από τους συνήθεις, β) η αύξηση της θερμοκρασίας του σώματος κατά 1-2 βαθμούς, γ) η ελαττωμένη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου και δ) η διαταραχή της πλαστικότητας των μυών και των τενόντων και η εμφάνιση μυαλγιών. Ο αθλητής που πάσχει από υπερπροπόνηση είναι επιρρεπής σε κακώσεις υπέρχρησης, σε κατάγματα και σε άλλες κακώσεις του μυοσκελετικού συστήματος, καθώς και σε συχνές λοιμώξεις.

Η ψυχολογική κατάπτωση των αθλητών, που πάσχουν από το σύνδρομο υπερπροπόνησης, είναι έντονη. Άγχος, φοβίες, οργή, απογοήτευση, μελαγχολία, σύγχυση, εριστικότητα και ανασφάλεια τους κυριεύουν και τους καταβάλλουν, οδηγώντας τους σε αδιέξοδο.

Παρ' όλο που υποστηρίζεται ότι δεν υπάρχει ένα απλό διαγνωστικό test που να προσδιορίζει το σύνδρομο υπερπροπόνησης (Kuipers κ.α. 1988, Fry RW κ.α. 1991, Jack H. Wilmore & David L. Costill 1994), ορισμένοι ερευνητές προτείνουν κάποιες αιματολογικές και βιοχημικές εξετάσεις καθώς επίσης και ορισμένα εργομετρικά test, που πιθανόν να βοηθούν στην διάγνωση του συνδρόμου.

Ένα χρήσιμο test σ' ένα αθλητή με πιθανό σύνδρομο υπερπροπόνησης είναι η δοκιμασία κόπωσης, κατά την εκτέλεση υπομέγιστου έργου σε εργοτάπητα ή εργοποδήλατο ή κατά τη διαδρομή μιας ορισμένης απόστασης που καλύπτεται με σταθερή ταχύτητα σε ορισμένο χρόνο και όχι μικρότερο από 4 λεπτά (Κλεισούρας 1986, σελ.424, Jack H. Wilmore & David L. Costill 1994, σελ.306). Η αύξηση της καρδιακής συχνότητας κατά τη δοκιμασία αυτή σε μεγαλύτερο από τον αναμενόμενο ή η διατήρηση υψηλής συχνότητας (άνω των 100 σφυγμών / λεπτό) για διάστημα μεγαλύτερο των 10 λεπτών μετά τη διακοπή της, είναι ενδεικτικά της παρουσίας του συνδρόμου. Ο προσδιορισμός αυτός της καρδιακής συχνότητας, γίνεται στα τελευταία 15 sec. της προσπάθειας, με ραδιοτηλεμετρία ή στα πρώτα 10 sec. Κατά τη φάση της αποκατάστασης με στηθοσκόπιο ή με απλή ψηλάφηση της κερκιδικής φλέβας ή κροταφικής αρτηρίας. Άλλοι τρόποι ελέγχου κατάστασης του αθλητή είναι η μέτρηση της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου, ο έλεγχος της μυϊκής δύναμης και η

μέτρηση αποθεμάτων γλυκογόνου με μυϊκή βιοψία, γλουταμινικού οξέος, διαπίστωση μορφολογικών διαταραχών.

Από έρευνα που έχει γίνει στο εξωτερικό (Uusitalo κ.α. 1998), όπου εξετάστηκαν 5 υπερπροπονημένες αθλήτριες αντοχής είχε βρεθεί, μειωμένη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου, από  $53.0 \pm 2.3 \text{ ml kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$  σε  $50.2 \pm 2.3 \text{ ml kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ , καθώς επίσης μειωμένη μέγιστη καρδιακή συχνότητα, από  $190 \pm 1 \text{ bpm}$  σε  $186 \pm 2 \text{ bpm}$ . Επίσης σε μια άλλη έρευνα (Costill κ.α. 1986), ένας δρομέας ο οποίος είχε την ίδια  $\text{VO}_2\text{max}$  στην αρχή και στο τέλος της περιόδου και ενώ ο χρόνος του στα 10 km στο τέλος της περιόδου ήταν πιο αργός απ' ότι στην αρχή της περιόδου, είχε μεγαλύτερη κατανάλωση οξυγόνου κατά 10%.

Για να γίνει σωστή διάγνωση της παθολογικής αυτής κατάστασης, πρέπει να γίνουν και οι απαραίτητες αιματολογικές και βιοχημικές εξετάσεις. Αυτές περιλαμβάνουν τη μέτρηση της αιμοσφαιρίνης, του αιματοκρίτη, του σιδήρου και της φεριτίνης (των οποίων τα επίπεδα συνήθως είναι χαμηλά). Επίσης ο λόγος τεστοστερόνης προς κορτιζόλη (μια πτώση κατά 30% ή περισσότερο της σχέσης αυτής είναι ενδεικτικό υπερπροπόνησης), έχει προταθεί ως ένας βιοχημικός διαγνωστικός δείκτης του συνδρόμου (Μούγιος Β. 1996, Vervoorn C. κ.α. 1991, Kreider κ.α. 1997). Σημαντική είναι και η μέτρηση της ουρίας και του ουρικού οξέος στο αίμα (παρατηρείται αύξηση των τιμών, ιδιαίτερα του ουρικού οξέος), των επιπέδων της κρεατινικής κινάσης (CPK) και της μυοσφαιρίνης μετά από κόπωση (που κατά κανόνα είναι πολύ υψηλά), η δοκιμασία ανοχής της γλυκόζης και ο προσδιορισμός του γαλακτικού οξέος μετά από κόπωση (που συνήθως βρίσκεται σε χαμηλά επίπεδα). Απαραίτητες εξετάσεις επίσης είναι ο έλεγχος του λευκοκυτταρικού τύπου (συνήθως αύξηση του συνολικού αριθμού των λευκών αιμοσφαιρίων) και του αριθμού των CD3 (υπολεμφοκυτταρικοί πληθυσμοί), CD4, CD8 λεμφοκυττάρων, των μακροφάγων κυττάρων και της δραστηριότητας των λεμφοκυττάρων.

Στον αθλητή με συμπτώματα ενδεικτικά συνδρόμου υπερπροπόνησης, παρατηρούνται διάφορες ενδοκρινολογικές και βιοχημικές διαταραχές, όπως: η ανεύρεση αρνητικού ισοζυγίου αζώτου, διαταραχές του επιπέδου των υποθαλαμικών και υποφυσιακών ορμονών, οι διαταραχές της καμπύλης ανοχής της γλυκόζης, η αύξηση στο αίμα της κορτιζόλης και μείωση της ελεύθερης τεστοστερόνης και της σχέσης ελεύθερης τεστοστερόνης / κορτιζόλης. Επίσης παρατηρείται ελάττωση του σιδήρου (Fe), ψευδαργύρου (Zn), κοβαλτίου (Co), αλουμινίου (Al), μαγγανίου (Mn), της φεριτίνης, της αιμοσφαιρίνης, της γλουταμίνης και αύξηση της κυκλοφορίας

ορμονο - δεσμευτικών σφαιρινών, της ουρίας, του ουρικού οξέος, καθώς και των 17 – κετοστεροειδών των ούρων (Δελιγιάννης Π.Α., 1997).

Ο λόγος τεστοστερόνης προς κορτιζόλη έχει προταθεί ως ένας βιοχημικός διαγνωστικός δείκτης του συνδρόμου υπερπροπόνησης. Πιθανόν η σχέση αυτή να ρυθμίζει τις αναβολικές διαδικασίες κατά την αποκατάσταση, έτσι μια αλλαγή σ' αυτό το λόγο μπορεί να θεωρηθεί σημαντικός δείκτης και ίσως μια αιτία του συνδρόμου υπερπροπόνησης (Kuipers 1988, Gorostiaga κ.α. 1999). Εντούτοις οι Urhausen κ.α. (1987), Hoogeveen AR & Zonderland ML (1996) και οι Verde κ.α. (1992) σε σχετικές έρευνες αναφέρουν μείωση του λόγου τεστοστερόνης προς κορτιζόλη, σαν συνέπεια της σκληρής προπόνησης, χωρίς όμως να έχουμε μείωση της απόδοσης. Όπως υποστηρίζουν οι Vervoorn C. κ.α. (1991), Kreider κ.α. (1997), Μούγιος Β. (1996), Adlercreutz κ.α. (1986), Chicharro κ.α. (1998) μια πτώση κατά 30% ή περισσότερο του λόγου τεστοστερόνης προς κορτιζόλη είναι ενδεικτικό υπερπροπόνησης. Μια μείωση των επιπέδων τεστοστερόνης σε συνδυασμό με αύξηση των επιπέδων κορτιζόλης πιθανόν να οδηγήσει σε περισσότερη πρωτεϊνόλυση απ' ότι πρωτεϊνοσύνθεση. Σε υπερπροπονημένους αθλητές, παρατηρούνται συχνά να έχουν υψηλότερα επίπεδα ουρίας στο αίμα, για το λόγο ότι η ουρία παράγεται από τη διάσπαση πρωτεϊνών (αμινοξέα) και αυτό υποδηλώνει τον αυξημένο καταβολισμό των πρωτεϊνών (Jack H. Wilmore & David L. Costill 1994).

Πρόσφατα, έχει χρησιμοποιηθεί ακόμα ένας προγνωστικός δείκτης της υπερπροπόνησης, το μη-εγκλωβισμένο σε κύτταρο DNA πλάσματος (cell-free plasma DNA, Fatouros et al. 2006). Παρατηρήθηκε σημαντική συσχέτιση μεταξύ της αύξησης του προπονητικού όγκου και της συγκέντρωσης του συγκεκριμένου δείκτη, αύξηση η οποία μειώθηκε όταν μειώθηκε και ο προπονητικό όγκος στους αθλητές. Αύξηση των επιπέδων του συγκεκριμένου δείκτη υποδηλώνουν σημαντική αύξηση στον προπονητικό όγκο του αθλητή ο οποίος μπορεί να συνδέεται και με συμπτώματα υπερπροπόνησης.

## ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

### *ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΕΣ*

Για την συγκεκριμένη εργασία προσφέρθηκαν εθελοντικά 46 υγιείς άνδρες. Οι 23 ήταν ποδοσφαιριστές οι οποίοι αγωνίστηκαν στην Α' Εθνική κατηγορία του Ελληνικού πρωταθλήματος και οι υπόλοιποι 23 άνδρες οι οποίοι δε συμμετείχαν σε ένα πρόγραμμα άσκησης με συστηματικό και δομημένο τρόπο. Όλοι οι συμμετέχοντες, αρχικά διάβασαν και υπογράψανε ένα έντυπο συναίνεσης στην ερευνητική διαδικασία το οποίο ήταν σύμφωνο με το πρωτόκολλο του Ελσίνκι για την δεοντολογική αντιμετώπιση των ανθρώπων σαν υποκείμενα σε ερευνητική μελέτη.

### *ΣΩΜΑΤΟΔΟΜΗ*

Στα ίδια χρονικά διαστήματα μετρήθηκε σωματική μάζα με ζυγαριά ακριβείας 50 γραμμαρίων στην οποία υπήρχε και αναστημόμετρο (SECA, MOD. 787). Η βαθμονόμηση του οργάνου γινόταν πριν από κάθε μέτρηση. Η μέτρηση του ποσοστού του σωματικού λίπους έγινε με τη μέθοδο των δερματοπτυχών (ACSM Guidelines Resource Manual 2000) και αξιολογήθηκε η μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (VO<sub>2</sub> max) στο δαπεδοεργόμετρο με τη χρήση αναλυτή αερίων.

### *ΠΡΟΠΟΝΗΣΗ ΠΡΟ ΑΓΩΝΙΣΤΙΚΗΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥ*

Η προ-αγωνιστική περίοδος διήρκεσε οκτώ εβδομάδες και σε αυτό το χρονικό διάστημα πραγματοποιήθηκαν ενενήντα τέσσερις προπονητικές μονάδες (π.μ.). Η μελέτη και η ανάλυση των συγκεκριμένων π.μ. έδειξε ότι έγιναν 28 π.μ. με αντικείμενο την αερόβια προπόνηση, 16 π.μ. αναερόβιας προπόνησης, 4 π.μ. ευλυγισίας –ευκαμψίας, 13 π.μ. δύναμης, 27 π.μ. τακτικής ενώ διεξήχθησαν και 6 φιλικοί αγώνες στα πλαίσια της προ-αγωνιστικής περιόδου. Αναλυτικός καταμερισμός των προπονητικών μονάδων ανά εβδομάδα παρουσιάζεται στον Πίνακα 1.

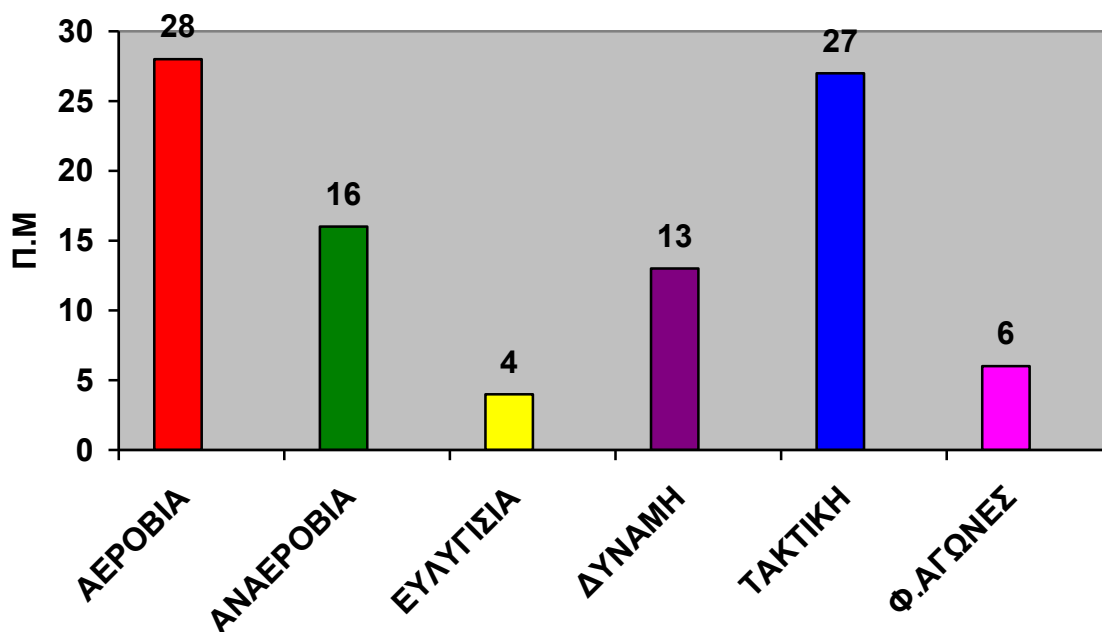
Η συχνότητα των προπονητικών μονάδων ήταν συνήθως δυο (2) π.μ. ανά ημέρα, εκ των οποίων η πρώτη πραγματοποιείτο το πρωί (08:00 π.μ.) και η δεύτερη το απόγευμα (18:00 μ.μ.). Ο μέσος όρος των προπονητικών μονάδων ανά εβδομάδα ήταν  $11 \pm 0.7$  π.μ. ενώ οι ώρες των προπονητικών μονάδων ήταν  $16 \pm 0.6$  ώρες ανά εβδομάδα .

Κατά την διάρκεια των οκτώ εβδομάδων της προ-αγωνιστικής περιόδου όλοι οι συμμετέχοντες ποδοσφαιριστές λάμβαναν συμπλήρωμα κρεατίνης (2 grams/day), πρωτεΐνης (1 gram/kgf σωματικού βάρους ) και σκεύασμα καρνιτίνης (1000 mg κάθε μέρα). Παράλληλα ακολούθησαν συγκεκριμένο πρόγραμμα διατροφής με τρία γεύματα την ημέρα.

**Πίνακας 1:** Αναλυτικός πίνακας καταμερισμού προπονητικών μονάδων ανά εβδομάδα .

ΠΡΟΑΓΩΝΙΣΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ						
ΜΙΚΡΟΚΥΚΛΟΙ	<u>1 ΜΚ</u>	<u>2 ΜΚ</u>	<u>3 ΜΚ</u>	<u>4 ΜΚ</u>	<u>5 ΜΚ</u>	<u>7-8 ΜΚ</u>
ΣΤΟΧΟΙ	ΦΑΣΗ ΓΕΝΙΚΗΣ ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑΣ		ΦΑΣΗ ΕΙΔΙΚΗΣ ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑΣ			ΦΑΣΗ ΦΟΡΜΑΣ
ΑΝΤΟΧΗ	5+6 Π.Μ		4+4+4 Π.Μ			3+2 Π.Μ
ΔΥΝΑΜΗ	1+2 Π.Μ		2+3+2 Π.Μ			1+1 Π.Μ
ΕΥΛΥΓΙΣΙΑ-ΕΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑ	1 Π.Μ		1 +1Π.Μ			-
ΤΑΧΥΤΗΤΑ	-	-	1 Π.Μ	2 Π.Μ	2 Π.Μ	2 Π.Μ
ΑΝΤΟΧΗ ΣΤΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ	-	-	-	1 Π.Μ	1 Π.Μ	1Π.Μ
ΤΑΧΥΔΥΝΑΜΗ-ΑΛΤΙΚΟΤΗΤΑ	-	-	-	1+1 Π.Μ		1+1 Π.Μ
ΤΑΚΤΙΚΗ	4 +3 Π.Μ		3 Π.Μ	3+4 Π.Μ		4+4 Π.Μ

Σχήμα 2: Καταμερισμός προπονητικών μονάδων στην προ αγωνιστική περίοδο.



#### *BIOΧΗΜΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ*

Στους δοκιμαζόμενους έγινε αιμοληψία δύο φορές κατά την διάρκεια της προ-αγωνιστικής περιόδου. Αρχικά με την έναρξη της προετοιμασίας (1<sup>η</sup> ημέρα), και συγκεκριμένα κατά το χρονικό διάστημα 08:00-09:00 π.μ., ύστερα από τον βραδινό ύπνο, και μετά από 10 ώρες νηστείας. Η δεύτερη αιμοληψία πραγματοποιήθηκε μετά το πέρας της προ-αγωνιστικής περιόδου (57<sup>η</sup> ημέρα) όμοια με τις παραπάνω συνθήκες.

Το αίμα συλλέχθηκε σε δύο χωριστά φιαλίδια. Ένα φιαλίδιο χρησιμοποιήθηκε για να μετρηθούν τα λευκά και ερυθρά αιμοσφαίρια, ο αιματοκρίτης και η αιμοσφαιρίνη. Το άλλο φιαλίδιο φυγοκεντρήθηκε (1000 X g) και το πλάσμα χρησιμοποιήθηκε για την ανάλυση της φερριτίνης (DRG, Cat. No EIA-1872), της τρανσφερίνης, της ολικής σιδηροσυνδετικής ικανότητας (TIBC) (Sigma kit No 565), του σιδήρου (Menarini kit No 30968), της ουρίας (Menarini Kit No 3961), της κρεατινίνης (Menarini Kit No 30982), της SGOT, (Menarini kit No 30977), της SGPT, (Menarini kit No 30977) από έναν αυτόματο βιοχημικό αναλυτή (Falcon Menarini, Firenze, Italy). Η κορτιζόλη και η τεστοστερόνη αναλύθηκαν με φωτόμετρο ELISA (Bio-Tek Instruments Inc., USA) χρησιμοποιώντας δυο kit για ELISA (DRG

Diagnostics, Germany, cat. Numbers EIA-1887 and EIA-1559 για κορτιζόλη και τεστοστερόνη, αντίστοιχα). Όλα τα δείγματα αναλύθηκαν εις διπλούν.

#### *ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ*

Χρησιμοποιήθηκε two way repeated MANOVA (SPSS for Windows, Version 10.0, SPSS Inc., Chicago IL) για να συγκρίνει τις τιμές των παραμέτρων, που λήφθηκαν πριν την έναρξη, και το τέλος της προ-αγωνιστικής περιόδου. Το επίπεδο σημαντικότητας ορίστηκε στο  $p < 0.05$ .



## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

### ΠΡΟΣΩΠΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΩΝ

Τα φυσιολογικά χαρακτηριστικά των παικτών πριν και μετά το πέρας της προ-αγωνιστικής περιόδου αποτυπώνονται στο Πίνακα 2. Για την εξέταση των διαφορών στη σύνθεση του σώματος μεταξύ της ομάδος ελέγχου και της πειραματικής ομάδας πριν και μετά από το προπονητικό πρόγραμμα της προ-αγωνιστικής περιόδου, χρησιμοποιήθηκε μια επαναλαμβανόμενη MANOVA με το βάρος του σώματος και το ποσοστό σωματικού λίπους ως τις εξαρτώμενες μεταβλητές, και τον χρόνο πραγματοποίησης της μέτρησης και τις δύο ομάδες ως τις ανεξάρτητες μεταβλητές. Η ανάλυση των πολλών μεταβλητών αποκάλυψε μια σημαντική ομάδα X επίδραση χρονικής αλληλεπίδρασης,  $F(2, 43) = 11.84, p < 0.001$

**Πίνακας 2:** Φυσιολογικά χαρακτηριστικά των εξεταζομένων.

Μεταβλητή	Ποδοσφαιριστές		Ομάδα Ελέγχου	
	Πριν	Μετά	Πριν	Μετά
Ηλικία (έτη)	25.4 ± 3.7	25.4 ± 3.7	24.0 ± 4.5	24.0 ± 4.5
Βάρος(Kg)	79.3 ± 5.9	78.6 ± 5.0	81.3 ± 10.9	80.8 ± 10.5
Ύψος(cm)	183 ± 4	183 ± 5	180 ± 11	180 ± 11
Λίπος (%)	8.7 ± 2.1	7.5 ± 1.5 <sup>*#</sup>	11.5 ± 3.3	11.3 ± 2.9
VO <sub>2max</sub> (ml/Kg/min)	53.6 ± 7.7	64.4 ± 5.7 <sup>*#</sup>	52.7 ± 8.6	53.0 ± 7.8

\* Στατιστικά σημαντική διαφορά συγκριτικά με την πριν τιμή στους ποδοσφαιριστές

# Στατιστικά σημαντική διαφορά συγκριτικά με την αντίστοιχη τιμή στην ομάδα ελέγχου

Οι μεταβλητές παρουσίασαν μια σημαντική αλληλεπίδραση ως προς το ποσοστό σωματικού λίπους,  $F(1, 44) = 22.30, p < 0.001$ . Προκειμένου να εξεταστεί περαιτέρω η επίδραση της προπόνησης στο ποσοστό του σωματικού λίπους των

αθλητών ένα t-test έγινε για την μελέτη των αποτελεσμάτων για κάθε ομάδα χωριστά. Η ανάλυση για την πειραματική ομάδα αποκάλυψε μια σημαντική μείωση στα ποσοστά σωματικού λίπους  $t = 7.09, p < 0.001$ , ενώ η επίδραση για την ομάδα ελέγχου δεν ήταν σημαντική  $t = 2.04, p = 0.05$ .

Προκειμένου να εξετασθούν οι διαφορές στις μεταβλητές που αφορούν το σύστημα μεταφοράς οξυγόνου (Πίνακας 3) μεταξύ της ομάδας ελέγχου και της πειραματικής ομάδας πριν και μετά από το προπονητικό πρόγραμμα της προ-αγωνιστικής περιόδου χρησιμοποιήθηκε μια επαναλαμβανόμενη μέτρηση MANOVA με τον σίδηρο, τον αιματοκρίτη, την αιμοσφαιρίνη, τα ερυθρά αιμοσφαίρια, την φεριτίνη, και την TIBC ως τις εξαρτώμενες μεταβλητές, και το χρόνο της μέτρησης ως άμεσο παράγοντα μαζί με τις δυο ομάδες της έρευνας. Η ανάλυση πολλών μεταβλητών αποκάλυψε μια σημαντική επίδραση όσον αφορά το χρόνο  $F(7, 38) = 5.32, p < 0.001$ . Οι μεταβλητές παρουσίασαν μια σημαντική αλληλεπίδραση για την αιμοσφαιρίνη  $F(1, 44) = 4.42, p < 0.05$ , για τα ερυθρά αιμοσφαίρια  $F(1, 44) = 22.98, p < 0.001$ , και τη φεριτίνη  $F(1, 44) = 6.40, p < 0.05$ .

Προκειμένου για την περαιτέρω εξέταση των αποτελεσμάτων επίδρασης της αιμοσφαιρίνης, των ερυθρών αιμοσφαιρίων, και της φεριτίνης τα αποτελέσματα των δειγμάτων πραγματοποιήθηκαν για κάθε ομάδα χωριστά. Για την εκτίμηση της αιμοσφαιρίνης η ανάλυση για την πειραματική ομάδα παρουσίασε μια σημαντική μείωση  $t = 3.15, p < 0.05$ , τη στιγμή που η ανάλυση για την ομάδα ελέγχου δεν έδειξε σημαντικές διαφορές  $t = 1.14, p = 0.27$ . Για την εκτίμηση των ερυθρών αιμοσφαιρίων η ανάλυση για την πειραματική ομάδα παρουσίασε μια σημαντική μείωση  $t = 4.31, p < 0.001$  και η ανάλυση για την ομάδα ελέγχου έδειξε περιθωριακά σημαντική αύξηση  $t = -2.14, p < 0.05$ . Για την εκτίμηση της φεριτίνης η ανάλυση για την πειραματική ομάδα παρουσίασε μια σημαντική μείωση  $t = 2.26, p < 0.05$ , και η ανάλυση για την ομάδα ελέγχου έδειξε σημαντική αύξηση  $t = -2.82, p < 0.05$ .

**Πίνακας 3:** Βιοχημικές αλλαγές στο σύστημα μεταφοράς οξυγόνου

Μεταβλητή	Ποδοσφαιριστές		Ομάδα Ελέγχου	
	Πριν	Μετά	Πριν	Μετά
Αιματοκρίτης (%)	42.6 ± 0.4	41.3 ± 0.5	44.2 ± 0.5	43.7 ± 0.5
Αιμοσφαιρίνη (g/dL)	14.5 ± 0.15	14.0 ± 0.18*	15.0 ± 0.2	14.9 ± 0.2
Σίδηρος (µg/dL)	84.9 ± 6.8	100.6 ± 8.5	87.8 ± 6.2	87.2 ± 5.7
Φεριτίνη (ng/mL)	114.6 ± 18.6	89.5 ± 11.5*	71.3 ± 7.4	74.5 ± 6.8*
RBC (K/mm <sup>3</sup> )	4.78 ± 0.08	4.53 ± 0.08*	4.98 ± 0.06	5.06 ± 0.05
TIBC (µg/dL)	352.6 ± 7.2	354.3 ± 5.6	369.3 ± 5.6	369.7 ± 3.6

\* σημαντικές μεταβολές συγκριτικά με την τιμή πριν για την ίδια ομάδα  $p < 0.05$ .

RBC: ερυθρά αιμοσφαίρια, TIBC: Ολική σιδηροδεσμευτική ικανότητα

Προκειμένου να εξεταστούν οι διαφορές στις βιοχημικές μεταβλητές μεταξύ της ομάδος ελέγχου και της πειραματικής ομάδας πριν και μετά από το προπονητικό πρόγραμμα, πραγματοποιήθηκε μια επαναλαμβανόμενη μέτρηση MANOVA με τη SGOT, τη SGPT, την ουρία, και την κρεατινίνη ως τις εξαρτώμενες μεταβλητές, και τον χρόνο της μέτρησης ως άμεσο παράγοντα μαζί με τις δυο ομάδες της έρευνας. Η ανάλυση πολλών μεταβλητών αποκάλυψε μια σημαντική επίδραση χρονική,  $F(4, 41) = 22.53, p < 0.001$ . Οι μεταβλητές παρουσίασαν σημαντικά αποτελέσματα μιας αλληλεπίδρασης για τη SGOT,  $F(1, 44) = 10.20, p < 0.05$ , και τη κρεατινίνης  $F(1, 44) = 68.22, p < 0.001$ . Το t-test εφαρμόστηκε ακολούθως για κάθε παράμετρο χωριστά. Σχετικά με την SGOT, η ανάλυση για την πειραματική ομάδα αποκάλυψε μια

σημαντική μείωση  $t = 3.36, p < 0.05$ , ενώ η ανάλυση για την ομάδα ελέγχου δεν έδειξε σημαντικές διαφορές  $t = 1.11, p < 0.28$ . Σχετικά με τη κρεατινίνη, η ανάλυση της πειραματικής ομάδος αποκάλυψε μια σημαντική αύξηση  $t = -9.23, p < 0.001$ , ενώ η ανάλυση για την ομάδα ελέγχου δεν έδειξε σημαντικές διαφορές  $t = 1.36, p = 0.19$ .

**Πίνακας 4:** Βιοχημικές αλλαγές των νεφρικών και ηπατικών δεικτών λειτουργίας

Μεταβλητή	Ποδοσφαιριστές		Ομάδα Ελέγχου	
	Πριν	Μετά	Πριν	Μετά
Ουρία (mg/dl)	35.3 ± 1.4	34.8 ± 1.3	30.7 ± 0.9	30.7 ± 0.8
Κρεατινίνη (mg/dl)	0.89 ± 0.03	1.30 ± 0.04*	0.89 ± 0.03	0.84 ± 0.03
SGOT (U/l)	48.6 ± 2.9	36.5 ± 2.7*	24.6 ± 1.1	24.1 ± 0.9
SGPT (U/l)	25.8 ± 1.6	29.0 ± 2.1	22.6 ± 1.5	23.2 ± 1.2

\* σημαντικές μεταβολές συγκριτικά με την τιμή πριν για την ίδια ομάδα  $p < 0.05$ .

Προκειμένου να εξεταστούν οι διαφορές των παραμέτρων της υπερπροπόνησης ανάμεσα στην πειραματική ομάδα και την ομάδα ελέγχου πριν και μετά από το προπονητικό πρόγραμμα, μια επαναλαμβανόμενη μέτρηση MANOVA με την τεστοστερόνη, την κορτιζόλη, το πηλίκο των δυο προαναφερθέντων παραμέτρων και τα λευκά αιμοσφαίρια ως τις εξαρτημένες μεταβλητές, και τον χρόνο της μέτρησης ως άμεσο παράγοντα μαζί με τις δυο ομάδες της έρευνας. Η ανάλυση πολλών μεταβλητών αποκάλυψε μια ομάδα X επίδραση χρονικής αλληλεπίδρασης που πλησίασε να είναι στατιστικά σημαντική,  $F = 2.64, p = 0.06$ . Οι μεταβλητές δοκίμες παρουσίασαν αποτελέσματα μιας σημαντικά αλληλεπίδρασης για την κορτιζόλη  $F = 8.03, p < 0.05$ . Το t-test εκτελέστηκε στη συνέχεια για κάθε ομάδα χωριστά. Η ανάλυση για την πειραματική ομάδα αποκάλυψε μια σημαντική μείωση  $t = 2.53, p < 0.05$ , ενώ η ανάλυση για την ομάδα ελέγχου δεν έδειξε σημαντικές διαφορές  $t = -1.41, p = 0.17$ .

**Πίνακας 5:** Βιοχημικές αλλαγές δεικτών υπερπροπόνησης

Μεταβλητή	Ποδοσφαιριστές		Ομάδα Ελέγχου	
	Πριν	Μετά	Πριν	Μετά
Τεστοστερόνη (ng/dL)	125.9 ± 7.6	134.7 ± 7.9	116.2 ± 5.1	117.8 ± 4.2
Κορτιζόλη (mg/dL)	22.1 ± 1.02	18.8 ± 0.8*	22.6 ± 1.52	23.19 ± 1.19
T/K	603.6 ± 49.7	744.8 ± 53.2	585.3 ± 57.8	545.7 ± 39.0
WBC	7.6 ± 0.35	6.9 ± 0.38	5.7 ± 0.16	5.6 ± 0.15

\* σημαντικές μεταβολές ανάμεσα στην αρχή και το τέλος της προ-αγωνιστικής περιόδου  $p < 0.05$

## ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Σκοπός της συγκεκριμένης εργασίας ήταν να εξετάσει την επίδραση που έχει η προαγωνιστική περίοδος σε βιοχημικούς δείκτες που σχετίζονται με το σύστημα μεταφοράς οξυγόνου, μεταβολίτες που σχετίζονται με τη λειτουργία ζωτικών οργάνων του ανθρωπίνου οργανισμού και δείκτες υπερπροπόνησης. Οκτώ εβδομάδες έντονης προπόνησης κατά τη διάρκεια της προαγωνιστικής περιόδου επέφεραν σημαντικές μεταβολές σε δείκτες που σχετίζονται με το σύστημα μεταφοράς οξυγόνου, σε μεταβολίτες που σχετίζονται με τη λειτουργία ζωτικών οργάνων του οργανισμού καθώς επίσης και σε δείκτες που συνδέονται με την υπερπροπόνηση.

Η προπόνηση των οκτώ εβδομάδων επέφερε σημαντικές μεταβολές στη σωματοδομή των αθλητών κάτι που δεν ήταν έκδηλο στους συμμετέχοντες στην ομάδα ελέγχου. Το ποσοστό λίπους των αθλητών μειώθηκε σημαντικά χωρίς να υπάρξει ταυτόχρονη μείωση στο σωματικό βάρος. Αυτό υποδεικνύει πως οι αθλητές μπόρεσαν να διατηρήσουν την άλιπη σωματική μάζα και να μειώσουν το σωματικό λίπος. Επιμέρους εξέταση της μείωσης του ποσοστού λίπος έδειξε πως η μείωση επήλθε στις πρώτες δύο εβδομάδες ενώ στη συνέχεια επήλθε μια σταθεροποίηση στις τιμές της συγκεκριμένης μεταβλητής. Υπάρχει μια πλειάδα ερευνών στη βιβλιογραφία όπου αναφέρεται ότι η συστηματική άσκηση σε συνδυασμό με τη σωστή διατροφή αποτελούν τον καλύτερο τρόπο για να μπορέσει να μειώσει κανείς το σωματικό βάρος και το ποσοστό λίπους. Στη συγκεκριμένη εργασία πρέπει να αναφερθεί ότι οι ποδοσφαιριστές πέρασαν μέρος της προετοιμασίας σε προπονητικό κέντρο όπου η διατροφή τους ήταν ελεγχόμενη σύμφωνα με την προπόνηση την οποία ακολουθούσαν. Οι θερμίδες οι οποίες προσλάμβαναν ήταν υπολογισμένες σύμφωνα με την ένταση και τη διάρκεια της προπόνησης έτσι ώστε οι ποδοσφαιριστές να μπορούν να προσλαμβάνουν την απαιτούμενη ενέργεια για να μπορέσουν να αντεπεξέλθουν στις απαιτήσεις της προπόνησης.

Επιπρόσθετα, στον πίνακα 2 φαίνεται πως οι ποδοσφαιριστές μπόρεσαν και βελτίωσαν τα επίπεδα της αερόβιας ικανότητας, όπως αυτή εκφράζεται διαμέσου της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου. Η ποσοστιαία αύξηση της αερόβιας ικανότητας ήταν της τάξεως του 20%, κάτι που υποδεικνύει ότι το προπονητικό πρόγραμμα επέφερε θετικές προσαρμογές, τουλάχιστον όσον αφορά της αερόβια ικανότητα αφού διάφορες δοκιμασίες σε άλλες παραμέτρους της φυσικής κατάστασης δεν πραγματοποιήθηκαν.

Τα αποτελέσματα της εργασίας αναφορικά με τους δείκτες του συστήματος μεταφοράς οξυγόνου έδειξαν ότι υπήρξε σημαντική μείωση στα επίπεδα της αιμοσφαιρίνης, των ερυθρών αιμοσφαιρίων και της φεριτίνης. Η αιμοσφαιρίνη είναι μια πρωτεΐνη η οποία μεταφέρει οξυγόνο από τους πνεύμονες προς όλους τους ιστούς του ανθρωπίνου σώματος. Έχει αναφερθεί ότι μια σημαντική μείωση στα επίπεδα της αιμοσφαιρίνης, η οποία να φέρει την τιμή της αιμοσφαιρίνης εκτός των φυσιολογικών ορίων, μπορεί να μειώσει τις δυνατότητες του συστήματος μεταφοράς οξυγόνου και να μειώσει την απόδοση (Rowland et al. 1988). Ωστόσο, υπάρχουν άλλοι ερευνητές οι οποίοι δεν υποστηρίζουν την προαναφερθείσα άποψη και υποδεικνύουν πως η απόδοση δεν επηρεάζεται άμεσα από τις μεταβολές των επιπέδων της αιμοσφαιρίνης (Guglielmini et al. 1989). Στην παρούσα εργασία τα επίπεδα της αιμοσφαιρίνης μειώθηκαν σημαντικά ενώ εάν παρατηρήσει κανείς θα δει ότι και τα επίπεδα του αιματοκρίτη μειώθηκαν, χωρίς ωστόσο να φτάσουν σε επίπεδα σημαντικότητας, στην πειραματική ομάδα. Είναι γνωστό ότι η αερόβια προπόνηση επιφέρει μια αύξηση στον όγκο του πλάσματος ενώ ο μηχανισμός πίσω από αυτή την προσαρμογή φαίνεται ότι είναι η αύξηση της συγκέντρωσης της αλδοστερόνης και διαφόρων πρωτεϊνών που επηρεάζουν την ώσμωση καθώς επίσης και η μείωση της δραστηριότητας και της ευαισθησίας των κεντρικών ταυροϋποδοχέων που βρίσκονται στον προμήκη μυελό (Convertino et al. 1980;

Wilkerson et al. 1977). Η φεριτίνη αποτελεί δείκτη αποθηκών σιδήρου στον οργανισμό. Πρόσφατες εργασίες υποδεικνύουν πως η συστηματική προπόνηση επιφέρει μείωση των επιπέδων της φεριτίνης (Schumacher et al. 2002), κάτι που επιβεβαιώνεται και με τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας αφού τα επίπεδα της φεριτίνης μειώθηκαν μετά από προπόνηση οκτώ εβδομάδων στην ομάδα των ποδοσφαιριστών. Παρ' όλο που οι άλλοι δείκτες του συστήματος μεταφοράς οξυγόνου (σίδηρος, ολική σιδηροδεσμευτική ικανότητα) δεν μεταβλήθηκαν θα πρέπει να υπάρχει συνεχής έλεγχος στις παραμέτρους του συγκεκριμένου συστήματος για να αποφευχθεί η εμφάνιση αναιμίας που μπορεί να αποτελέσει ανασταλτικό παράγοντα για την επίδοση, κυρίως σε αερόβια αθλήματα. Στη συγκεκριμένη εργασία, τόσο οι συμμετέχοντες στην πειραματική ομάδα όσο και οι συμμετέχοντες στην ομάδα ελέγχου δεν βρισκόταν κάτω από ένα πρόγραμμα συμπληρωματικής λήψης σιδήρου. Θεωρείται λίγο απίθανο να επηρεάστηκαν οι αθλητές από τις χαμηλές τιμές της αιμοσφαιρίνης, των ερυθρών αιμοσφαιρίων και της φεριτίνης αφού παρουσίασαν μια σημαντική βελτίωση στην επίδοση της αερόβιας ικανότητας, η οποία έφτασε στο 20%. Οπωσδήποτε, περαιτέρω έρευνα χρήζει προσοχής για να διαλευκανθεί το συγκεκριμένο ζήτημα.

Η κρεατινίνη είναι μια ουσία η οποία προέρχεται από τη διάσπαση της κρεατίνης και αθλητές σε γενικές γραμμές παρουσιάζουν υψηλότερες τιμές αφού η κρεατινίνη προέρχεται τόσο από τη διάσπαση της κρεατίνης αλλά και από την πρόσληψη κρέατος που γίνεται από αυτούς για να μπορέσουν να αντεπεξέλθουν στις απαιτήσεις της προπόνησης. Η κρεατινίνη απομακρύνεται από τον οργανισμό διαμέσου των ούρων, και σε συνδυασμό με την ουρία χρησιμοποιούνται σαν δείκτες νεφρικής λειτουργίας (Poortmans & Francaux 1999). Τα επίπεδα της κρεατινίνης παρουσιάστηκαν σημαντικά αυξημένα στην πειραματική ομάδα στο τέλος της προαγωνιστικής περιόδου. Θα πρέπει ωστόσο να αναφερθεί ότι οι ποδοσφαιριστές



λάμβαναν 5 γραμμάρια κρεατίνης καθημερινά κατά τη διάρκεια της προετοιμασίας. Υπάρχουν αναφορές στη βιβλιογραφία που αναφέρουν ότι η συμπληρωματική λήψη κρεατίνης αυξάνει τα επίπεδα της κρεατινίνης στο αίμα (Kreider et al. 1998). Θα πρέπει ωστόσο να αναφερθεί ότι η σημαντική αύξηση που παρατηρήθηκε στα επίπεδα της κρεατινίνης δεν αποτελεί σημαντικό πρόβλημα για την υγεία των αθλητών, αφού τόσο τα επίπεδα της κρεατινίνης ήταν μέσα στα φυσιολογικά όρια αλλά και τα επίπεδα της ουρίας, που αποτελεί τον άλλο δείκτη της νεφρικής λειτουργίας, δεν μεταβλήθηκαν αλλά και αυτά ήταν μέσα στα φυσιολογικά όρια.

Η SGOT και η SGPT είναι δύο αμινοτρανσφεράσες και η πρώτη βρίσκεται κυρίως στο ήπαρ, στην καρδιά και τους σκελετικούς μύες ενώ η SGPT βρίσκεται κυρίως στο ήπαρ και στα νεφρά (Μούγιος 2003). Τα επίπεδα της SGOT μειώθηκαν σημαντικά μετά από οχτώ εβδομάδες προπόνησης ενώ τα επίπεδα της συγκεκριμένης ουσίας στην αρχή της προαγωνιστικής περιόδου ήταν στο ανώτερο μέρος των φυσιολογικών ορίων. Πρέπει να επισημανθεί ότι αν και οι ποδοσφαιριστές εμφανίστηκαν στο εργαστήριο το πρωί μετά από 8ωρη νηστεία δύο μέρες νωρίτερα είχαν πραγματοποιήσει την εργοφυσιολογική αξιολόγηση. Είναι γνωστό ότι η έντονη και ασυνήθιστη άσκηση προκαλεί μυϊκή βλάβη, αποτέλεσμα της οποίας είναι η έκλυση διαφόρων ουσιών, όπως η κρεατινική κινάση, η μυοσφαιρίνη και η SGOT, στο αίμα. Η κορύφωση της συγκέντρωσης των τιμών αυτών των ουσιών γίνεται 2-3 ημέρες μετά την πραγματοποίηση της άσκησης. Επομένως, τα υψηλά επίπεδα της SGOT που παρατηρήθηκαν στην αρχή της προαγωνιστικής περιόδου στην πειραματική ομάδα εξηγούνται από την πιθανή μυϊκή βλάβη η οποία μπορεί να επήλθε από την πραγματοποίηση της εργοφυσιολογικής δοκιμασίας. Προηγούμενες ερευνητικές εργασίες αναφέρουν πως η άσκηση με έκκεντρες μυϊκές συστολές αυξάνει τα επίπεδα της SGOT, τα οποία κορυφώνονται τέσσερις ημέρες μετά το τέλος της άσκησης (Chen & Hsieh 2001). Θα πρέπει επίσης να αναφερθεί πως σε μετρήσεις

κρεατινικής κινάσης που πραγματοποιήθηκαν μόνο στην πειραματική ομάδα βρέθηκε πως η μέση τιμή για αυτή τη μεταβλητή πριν από την έναρξη της προαγωνιστικής περιόδου ήταν  $667 \pm 69$  IU/L, που είναι μια τιμή τέσσερις φορές παραπάνω από την ανώτατη τιμή στο εύρος των φυσιολογικών τιμών που δίδονται για τη συγκεκριμένη παράμετρο. Αυτό υποδεικνύει έμμεσα πως η αυξημένη τιμή της SGOT πριν από την αρχή της προαγωνιστικής περιόδου ίσως να οφείλεται σε μυϊκή βλάβη που επήλθε από την πραγματοποίηση των δοκιμασιών της φυσικής κατάστασης. Επιπρόσθετα, είναι γνωστό πως ακόμα και η μια προπονητική συνεδρία η οποία επιφέρει μυϊκή βλάβη είναι ικανή να «δυναμώσει» το μυϊκό ιστό και να μειώσει την έκλυση από αυτόν στις ουσίες που προαναφέρθηκαν. Στη βιβλιογραφία το φαινόμενο αυτό αναφέρεται ως «repeated bout effect». Επομένως, η μειωμένη συγκέντρωση της SGOT μετά το πέρας της προαγωνιστικής περιόδου μπορεί να οφείλεται στο repeated bout effect.

Η τεστοστερόνη και η κορτιζόλη είναι δύο ορμόνες οι οποίες χρησιμοποιούνται για να υποδείξουν την προδιάθεση που μπορεί να έχει ένας αθλητής για την εμφάνιση του συνδρόμου της υπερπροπόνησης. Η τεστοστερόνη θεωρείται αναβολική ορμόνη ενώ η κορτιζόλη καταβολική ορμόνη (Guyton 1991). Τα επίπεδα της τεστοστερόνης στη συγκεκριμένη εργασία δεν αυξήθηκαν σημαντικά, ωστόσο υπήρξε μια σημαντική μείωση στα επίπεδα της κορτιζόλης. Θα πρέπει να αναφερθεί πως οι αθλητές είχαν αρκετό χρόνο για να ξεκουραστούν αφού αρκετό χρονικό διάστημα από τις οκτώ εβδομάδες το πέρασαν σε ένα προπονητικό κέντρο όπου δεν υπήρχαν εξωγηπεδικές ενασχολήσεις και περισπασμοί της προσοχής των. Τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης εργασίας έδειξαν πως το ποσοστό λίπους των αθλητών μειώθηκε σημαντικά ενώ το σωματικό βάρος παρέμεινε αμετάβλητο. Τα χαμηλότερα επίπεδα της κορτιζόλης σε συνδυασμό με τη μείωση των επιπέδων του σωματικού λίπους

υποδεικνύουν πως οι αθλητές δεν βρέθηκαν σε καταβολική κατάσταση και γι' αυτό το λόγο μπόρεσαν να διατηρήσουν τα επίπεδα της άλιπης σωματικής μάζας.

Ο λόγος της τεστοστερόνης προς την κορτιζόλη (T/K) έχει προταθεί ως ένας βιοχημικός δείκτης του συνδρόμου της υπερπροπόνησης που αντικατροπτρίζει την αναβολική και καταβολική κατάσταση ενός ατόμου (Kuipers & Keizer 1988; Gorostiaga et al. 1999). Έχει προταθεί πως μία μείωση του λόγου T/K κατά 30% υποδεικνύει την εμφάνιση του συνδρόμου της υπερπροπόνησης (Kreider et al. 1997; Vervoorn et al. 1991). Μια μείωση στα επίπεδα της τεστοστερόνης και μια αύξηση στα επίπεδα της κορτιζόλης υποδεικνύει αυξημένο ρυθμό πρωτεϊνόλυσης και μειωμένο ρυθμό πρωτεϊνοσύνθεσης. Επιπρόσθετα, έχει αναφερθεί πως σε υπερπροπονημένους αθλητές τα επίπεδα της ουρίας μπορεί να παρουσιάζονται αυξημένα αφού η ουρία αποτελεί μεταβολικό προϊόν της διάσπασης των αμινοξέων (Wilmore & Costill 1994). Τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης εργασίας έδειξαν πως δεν υπήρξε μείωση στο λόγο T/K αλλά αντιθέτως μια αύξηση κατά 23%. Επιπρόσθετα, τα επίπεδα της ουρίας δεν μεταβλήθηκαν σημαντικά μετά το τέλος της προαγωνιστικής περιόδου. Τα αποτελέσματα αυτά υποδεικνύουν πως η προπόνηση των οκτώ εβδομάδων δεν δημιούργησε ένα περιβάλλον εμφάνισης του συνδρόμου της υπερπροπόνησης για τους ποδοσφαιριστές.

Η παρατεταμένη περίοδος έντονης προπόνησης, 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). Έχει παρατηρηθεί μείωση στον αριθμό των λευκών αιμοσφαιρίων μετά από μια περίοδο έντονης προπόνησης (Lehman et al. 1996), ενώ και το είδος της προπόνησης φαίνεται να επηρεάζει τη συγκεκριμένη αιματολογική παράμετρο αφού έχει παρατηρηθεί μείωση στον αριθμό των λευκών

αιμοσφαιρίων σε δρομείς αντοχής ενώ δεν παρατηρήθηκε κάτι αντίστοιχο σε κολυμβητές, ποδηλάτες και αθλητές του τριάθλου (Mackinnon 1999).

Το ποδόσφαιρο αποτελεί το δημοφιλέτερο άθλημα στον κόσμο. 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 αλλά και στην υγεία των αθλητών.

Συμπερασματικά, οκτώ εβδομάδες έντονης προπόνησης κατά τη διάρκεια της προαγωνιστικής περιόδου επιφέρει μερικές μεταβολές σε παραμέτρους που σχετίζονται με το σύστημα μεταφοράς του οξυγόνου, που ωστόσο δε φαίνεται να επηρεάζουν την απόδοση αφού η αερόβια ικανότητα των ποδοσφαιριστών βελτιώθηκε σε αυτό το χρονικό διάστημα. Επιπρόσθετα, η προπόνηση δε φαίνεται να επηρέασε τους αθλητές έτσι ώστε να εμφανιστούν συμπτώματα τα οποία σχετίζονται με το σύνδρομο της υπερπροπόνησης.

## **ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

Οκτώ εβδομάδες προπονητικής επιβάρυνσης οδήγησαν σε μια σημαντική μείωση στο επίπεδο σωματικού λίπους των αθλητών και σε μια σημαντική αύξηση της αερόβιας ικανότητας των παικτών. Φαίνεται ότι υπήρξαν σημαντικές μεταβολές στο σύστημα μεταφοράς οξυγόνου αφού υπήρξε μια σημαντική πτώση της τιμής της

αιμοσφαιρίνη, των ερυθρών αιμοσφαιρίων και της φεριτίνης στο τέλος της προ-αγωνιστικής περιόδου. Παρατηρήθηκαν επίσης σημαντικές μεταβολές στα επίπεδα της κρεατίνινης ενώ μειώθηκαν σημαντικά τα επίπεδα της. Τέλος, υπήρξε μια σημαντική μείωση των επιπέδων της κορτιζόλης στο τέλος της προ-αγωνιστικής περιόδου, χωρίς τη σημαντική μεταβολή άλλων δεικτών που σχετίζονται με το σύνδρομο της υπερπροπόνησης.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. ADLERCREUTZ, H., HARKONEN, K., KUOPPASALMI, H., NAVERI, I., HUHTANIEMI, H., TIKKANEN, K., REMES DESSYPRIS A., KARVONEN, J., Effect of training on plasma anabolic and catabolic steroid hormones and their response during physical exercise. *Int. J. Sports Med.* 7:27-28, 1986.
2. Adner, MM: Hematology. In Strauss, RH (ed): Sports Medicine. W.B. Saunders, Philadelphia, 1984.
3. BONIFAZI, M., BELA, E., CARLI, G. Hormone predictors of sympathetic and parasympathetic overtraining: an evaluation. *Functional Neurology* 9(suppl 3):13-19, 1992.
4. Bunch T.W. Blood test abnormalities in runners. *Mayo Clin. Proc.* 55: 113-117, 1980.
5. Burke E.R., Falsett H.L., Feld R.D., Patton G.S., Kennedy C.C. Creatine kinase levels in competitive swimmers during a season training. *Scand. J. Sports Sci.*, 4: 1-4, 1982.
6. CHEN, T.C, HSIEH, S.S. Effects of a 7-day eccentric training period on muscle damage and inflammation. *Med Sci Sports Exerc* Oct;33(10):1732-8, 2001.
7. CLARKSON P.M., and I. TREMBLAY. Exercise induced muscle damage, repair and adaptation in humans. *J. Appl. Physiol.* 65(1): 1-6, 1988.
8. CONVERTINO , V. A., P. J. BROCK , L. C. KEIL , E. M. BERNAUER , AND J. E. GREENLEAF . Exercise training-induced hypervolemia: role of plasma albumin, renin, and vasopressin. *J. Appl. Physiol. Respir. Environ. Exerc. Physiol.* 48: 665–669, 1980.
9. DAVIES, K.J, MAGUIRE, J.J, BROOKS, G.A, DALLMAN, P.R, PACKER, L. Muscle mitochondrial bioenergetics, oxygen supply, and work capacity during dietary iron deficiency and repletion. *Am J Physiol* Jun;242(6):E418-27, 1982.
10. Δεληγιάννης Π. Αστέριος 1997. Ιατρική της άθλησης (σελ. 117-123).
11. EKBLOM B. Handbook of Sports medicine and science: Football (soccer). London, Edinburgh, Cambridge: Blackwell Scientific Publications, 1994.
12. FRY, R.W, MORTON, A.R, KEAST, D. Overtaining in athletes. An update. *Sports Med* Jul;12(1):32-65, 1991.
13. GOROSTIAGA, E.M, IZQUIERDO, M, ITURRALDE, P, RUESTA, M, IBANEZ, J. Effects of heavy resistance training on maximal and explosive force production, endurance and serum hormones in adolescent handball players. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* Oct;80(5):485-93, 1999.

14. GUGLIELMINI, C., CASONI, I., PATRACCHINI, M., MANFREDINI, F., GRAZZI, G., FERRARI, M., CONCONI, F. Reduction of hemoglobin levels during the racing season in nonsideropenic professional cyclists. *Int. J. Sports Med.* 10: 352–356, 1989.
15. GUYTON, A.C.. Textbook of Medical Physiology, WB. Saunders (Ed). 1991.
16. Hoogeveen AR, Zonderland ML. Relationships between testosterone, cortisol and performance in professional cyclists. *Int J Sports Med.* 1996 Aug;17(6):423-8.
17. HOUMARD, J.A., COSTILL, D.L., MITCHELL, J.B., PARK, S.H., FINK, W.J., BURNS, J.M. Testosterone, cortisol, and creatine kinase levels in male distance runners during reduced training. *Int. J. Sports Med.* 11(1): 41-45, 1990.
18. JAMURTAS, A.Z., FATOUROS, J.G., BUCKENMEYER, P.J., KOKKINIDIS, E., TAXILDARIS, K., KAMBAS, A., KYRIAZIS, G. Effects of plyometric exercise on muscle soreness and creatine kinase levels and its comparison to eccentric and concentric exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 14 (1), 68-74, 2000.
19. KOUTEDAKIS, Y., FRISCHKNECHT, R., VRBOVA, G., SHARP, N.C., BUDGETT, R. Maximal voluntary quadriceps strength patterns in Olympic overtrained athletes. *Med Sci Sports Exerc.* 27(4): 566-72, 1995.
20. Κλειτούρας Βασίλης 1983. Εργοφυσιολογία (σελ. 422-425)
21. KOUTEDAKIS, Y., SHARP, N.C. Seasonal variations of injury and overtraining in elite athletes. *Clin J Sport Med.* 8(1): 18-21, 1998.
22. KREIDER, R. B., M. FERREIRA, M. WILSON, GRINDSTAFF P, PLISK S, REINARDY J, CANTLER E, ALMADA AL. Effect of creatine supplementation on body composition, strength, and sprint performance. *Med. Sci. Sports Exerc.* 30:73–82, 1998.
23. KREIDER, R.B., FRY, A.C, O' TOOLE, M.L. Overtraining in sport. Human Kinetics Publishers, Inc. (Eds), 1997
24. KUIPERS, H, KEIZER, H.A. Overtraining in elite athletes. Review and directions for the future. *Sports Med* Aug;6(2):79-92, 1988.
25. KUOPPASALMI, H., NAVERI, I., HARKONEN, K., ADLERCREUTZ, H. Plasma cortisol, androstenedione, testosterone and luteinizing hormone in running exercise of different intensities. *Scand J Clin Lab Invest* 40 : 403-406, 1980.

26. LEHMANN, M., BAUMGARTL, P., WIESENACK, C., SEIDEL, A., BAUMANN, H., FISCHER, S., SPORI, U., GENDRISCH, G., KAMINSKI, R., KEUL, J. Training-overtraining: influence of a defined increase in training volume vs training intensity on performance, catecholamines and some metabolic parameters in experienced middle- and long-distance runners. *Eur. J. Appl. Physiol.* 64:169-177, 1992.
27. LEHMANN, M., MANN, H., GASTMANN, U., KEUL, J., VETTER, D., STEINACKER, J.M., HAUSSINGER, D. Unaccustomed high-mileage vs intensity training related changes in performance and serum amino acid levels. *International Journal of Sports Medicine*, 17:187-192, 1996.
28. MACKINNON, L.T. *Advances in Exercise Immunology*. Human kinetics, 1999.
29. MOUGIOS V. Biochemical monitoring of sports training (Greek). In *Biochemistry of Exercise* (2<sup>nd</sup> Edition). 1996.
30. NIELSEN, P., NACHTIGALL, D. Iron supplementation in Athletes. Current recommendations. *Sports Med.* 26(4):207-216.
31. Poortmans J.R. Exercise and renal function: Review article. *Sports Medicine*, 1: 125-183, 1984.
32. POORTMANS JR, FRANCAUX M. Long-term oral creatine supplementation does not impair renal function in healthy athletes. *Med Sci Sports Exerc* Aug;31(8):1108-10, 1999.
33. ROWLAND, TW, DEISROTH, MB, GREEN, GM, KELLEHER, JF. The effect of iron therapy on the exercise capacity of nonanemic iron-deficient adolescent runners. *Am J Dis Child* 142(2):165-9, 1988
34. SCHUMACHER, Y.O., SCHMID, A.; GRATHWOHL, D.; BÜLTERMANN; D., BERG, A. Hematological indices and iron status in athletes of various sports and performances. *Med. Sci. Sports Exerc.* 34:869-875, 2002.
35. SHEPHARD R.J. Biology and medicine of soccer: An update. *J. Sports Sci.* 17 : 757-786, 1999.
36. TEGELMAN, R., JOHANSSON, C., HEMMINGSSON, P., EKLOF, R., CARLSTROM, K., POUSETTE, A. Endogenous anabolic and catabolic steroid hormones in male and female athletes during off season. *Int. J. Sports Med.* 10(2): 103-106, 1989.
37. TELFORD, R.D., BUNNEY, C.J., CATCHPOLE, E.A., CATCHPOLE, W.R., DEAKIN, V., GRAY, B., HAHN, A.G., KERR, D.A. Plasma ferritin concentration and physical work capacity in athletes. *Int J Sport Nutr* Dec;2(4):335-42, 1992.



38. TELFORD, R.D., CUNNINGHAM, R.B. Sex, sport, and body-size dependency of hematology in highly trained athletes. *Med. Sci. Sports Exerc.* 23(7):788-794, 1991.
39. Verde TJ, Thomas SG, Moore RW, Shek P, Shephard RJ. Immune responses and increased training of the elite athlete. *J Appl Physiol.* 1992 Oct;73(4):1494-9.
40. VERVOORN, C, QUIST, A.M, VERMULST, L.J, ERICH, W.B, DE VRIES, W.R, THIJSSSEN, J.H. The behaviour of the plasma free testosterone/cortisol ratio during a season of elite rowing training. *Int J Sports Med.* Jun;12(3):257-63, 1991.
41. Urhausen A, Kullmer T, Kindermann W. A 7-week follow-up study of the behaviour of testosterone and cortisol during the competition period in rowers. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1987;56(5):528-33.
42. Uusitalo AL, Huttunen P, Hanin Y, Uusitalo AJ, Rusko HK 1998. Hormonal responses to endurance training and overtraining in female athletes. *Clin J Sport Med* Jul;8(3):178-186.
43. WILKERSON, J. E., GUTIN B, HORVATH, S. M. Exercise-induced changes in blood, red cell, and plasma volumes in man. *Med. Sci. Sports* 9: 155–158, 1977.
44. WILMORE J.H., COSTILL DAVID L. *Physiology of Sport and Exercise*, 1994
45. Yoshimura H., Inone T., Yamada T., Shiraki K. Anemia during hard physical training (sports anemia) and its casual mechanisms with special reference to protein nutrition. *World Rev. Nutr. Diet*, 35: 1-86, 1980.