



Βιοχημικές Μεταβολές μετά από ένα Αγώνα Ποδοσφαίρου Ελιτ Ελλήνων Ποδοσφαιριστών

Αντώνης Βανταράκης¹, Ιωάννης Ντουρουντός¹, Κωνσταντίνος Μαργώνης¹, Μιχάλης Νικολαΐδης^{2,3,4}, Βασιλης Αλεξίου⁴, Ιωάννης Ισπριλίδης¹, Αντώνης Κυπάρος⁴, Αθανάσιος Χατζηνικολάου¹,
Ιωάννης Φατούρος¹, & Αθανάσιος Τζιαμούρτας^{2,3}
¹ΤΕΦΑΑ, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, ²ΤΕΦΑΑ, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
³Ινστιτούτο Σωματικής Απόδοσης και Αποκατάστασης, Κέντρο Έρευνας, Τεχνολογίας και Ανάπτυξης Θεσσαλίας
⁴ Τμήμα Βιοχημείας και Βιοτεχνολογίας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Περίληψη

Ο σκοπός της συγκεκριμένης εργασίας ήταν να αξιολογήσει την επίδραση που έχει ένας ποδοσφαιρικός αγώνας στο βιοχημικό προφίλ ποδοσφαιριστών που αγωνίστηκαν σε ένα αγώνα ποδοσφαίρου καθώς επίσης και τη χρονική διάρκεια των τυχόν μεταβολών. Είκοσι τέσσερις ποδοσφαιριστές που αγωνίζονταν σε ομάδα Α' Εθνικής Κατηγορίας πήραν μέρος στην εργασία. Από αυτούς οι 14 αποτέλεσαν την πειραματική ομάδα αφού πήραν μέρος στον αγώνα ενώ οι υπόλοιποι 10 που δεν αγωνίστηκαν αποτέλεσαν την ομάδα ελέγχου. Πριν από τον αγώνα, αμέσως μετά, 24 και 48 ώρες μετά το τέλος του αγώνα λήφθηκαν δείγματα αίματος για να αξιολογηθούν οι τιμές της αμινοτρανσφεράσης του ασπαραγικού οξέος (AST), της αμινοτρανσφεράσης της αλανίνης (ALT), της κρεατινίνης, της ουρίας και της αμμωνίας. Τα αποτελέσματα έδειξαν σημαντική αύξηση στα επίπεδα της AST στις 24 (41%) και 48 (74%) ώρες και της ALT στις 24 (47%) και 48 (66%) ώρες μετά το τέλος του αγώνα. Οι τιμές της ουρίας και της αμμωνίας παρουσιάστηκαν σημαντικά αυξημένες αμέσως μετά το τέλος του αγώνα (48% και 47%, αντίστοιχα), ενώ δεν υπήρξαν σημαντικές μεταβολές στα επίπεδα της κρεατινίνης σε κανένα χρονικό σημείο μετά το τέλος του αγώνα. Τα αποτελέσματα δείχνουν πως ένας ποδοσφαιρικός αγώνας μπορεί να επιφέρει σημαντικές μεταβολές στη συγκέντρωση των ηπατικών ενζύμων όχι άμεσα αλλά καθυστερημένα και αυτή η αύξηση μπορεί να συνδέεται με τη μυϊκή βλάβη η οποία μπορεί να επέλθει από την ένταση του αγώνα. Επιπρόσθετα, οι μεταβολές στα επίπεδα της ουρίας και της αμμωνίας μπορεί να συνδέονται με την αφυδάτωση που επέρχεται από τη συμμετοχή στον ποδοσφαιρικό αγώνα.

Λέξεις κλειδιά: *αμινοτρανσφεράσες, κρεατινίνη, ουρία, αμμωνία*

Biochemical Changes after a Soccer Game in Greek Elite Soccer Players

Antonis Bantarakis¹, Ioannis Dourountos¹, Konstantinos Margonis¹, Michalis Nikolaidis^{2,3,4}, Vassilis Alexiou⁴,
Ioannis Ispirilidis¹, Antonis Kyparos⁴, Athanasios Chatzinikolaou¹, Ioannis Fatouros¹, & Athanasios Jamurtas^{2,3}

¹Department of Physical Education & Sport Science, Democritus University of Thrace, Komotini, Hellas

²Department of Physical Education & Sport Science, University of Thessaly, Trikala, Hellas

³Institute of Human Performance & Rehabilitation, Centre for Research & Technology - Thessaly, Trikala, Hellas

⁴Department of Biochemistry and Biotechnology, University of Thessaly, Larissa, Hellas

Abstract

The purpose of this study was to evaluate the effects of a soccer game on the biochemical profile and the probable time related changes in hepatic and renal function indices. Twenty four players playing in a first division soccer club in Greece were divided into two groups. One group (n=14) was formed by the players that played in the game and the other one by the players that did not play (n=10). Prior to-, immediately-, 24-h and 48-h after the game blood samples were collected to evaluate the levels of the hepatic enzymes aspartic acid aminotransferase (AST) and alanine aminotransferase (ALT). Furthermore, creatinine, urea and ammonia were evaluated. The results revealed significant increases in the levels of AST at 24-h (41%) and 48-h (74%) after the game and in the levels of ALT at 24-h (47%) and 48-h (66%) after the game. Urea and ammonia levels appeared elevated only immediately post-exercise (48% and 47%, respectively) whereas there were no significant changes in the creatinine levels at any point post-exercise. These results indicate that a soccer game can result in significant delayed changes in the hepatic enzymes which can be related to muscle damage that can be induced by the game. Furthermore, the increase in urea and ammonia levels immediately after the game could be related to dehydration induced by the game.

Key words: *aminotransferases, creatinine, urea, ammonia, football*

Εισαγωγή

Το ποδόσφαιρο απαιτεί εξειδικευμένη και έντονη προπόνηση για να μπορέσει ένας αθλητής να ανταποκριθεί στις υψηλές απαιτήσεις του αθλήματος. Η έντονη προπόνηση και οι απαιτήσεις ενός αγώνα μπορεί να επιφέρουν σημαντικές μεταβολές σε βιοχημικές παραμέτρους οι οποίες εάν δεν αξιολογηθούν έγκαιρα και κατάλληλα μπορεί να οδηγήσουν σε μείωση της απόδοσης ή ακόμα και σε τραυματισμούς (Shephard, 1999). Παρατηρήσεις από προηγούμενες έρευνες αναφέρουν ότι η έντονη άσκηση μπορεί να επιφέρει μεταβολές σε αρκετά ένζυμα (π.χ. αμινοτρανσφεράση του ασπαρτικού οξέος, αμινοτρανσφεράση της αλανίνης και κρεατινική κινάση) του οργανισμού (Koutedakis et al., 1993)

Υπάρχουν αρκετοί βιοχημικοί δείκτες οι οποίοι δείχνουν την κατάσταση στην οποία βρίσκονται διάφορα όργανα και ιστοί στο ανθρώπινο σώμα. Η συχνή και προγραμματισμένη παρακολούθηση αυτών των δεικτών μπορεί να αποτελέσει χρήσιμο εργαλείο για ένα γιατρό ή εργοφυσιολόγο. Οι αμινοτρανσφεράσες είναι ένζυμα τα οποία καταλύουν την ανταλλαγή μιας αμινομάδας και μιας οξομάδας ανάμεσα σε ένα αμινοξύ και ένα κετοξύ (Μούγιος, 2002). Οι δύο κύριες αμινοτρανσφεράσες οι οποίες βρίσκονται σε πολλούς ιστούς αλλά αφθονούν στο ήπαρ είναι η αμινοτρανσφεράση της αλανίνης (ALT) και η αμινοτρανσφεράση του ασπαρτικού οξέος (AST). Προηγούμενες εργασίες έχουν δείξει πως η οξεία αερόβια άσκηση στο δαπεδοεργόμετρο οδηγεί σε αύξηση της ALT και AST αμέσως μετά το τέλος της άσκησης (Metivier & Gauthier, 1985) η οποία διαρκεί μέχρι και 48 ώρες στην AST μετά από άσκηση πολλαπλών σπριντ (Thompson, Nicholas, & Williams, 1999). Επιπρόσθετα, άσκηση η οποία εμπεριέχει έκκεντρες μυϊκές συστολές έχει βρεθεί ότι αυξάνει τα επίπεδα των ηπατικών ενζύμων (Chen & Hsieh, 2001).

Τόσο η κρεατινίνη όσο και η ουρία αποτελούν δείκτες νεφρικής λειτουργίας (Μούγιος, 2002). Η κρεατινίνη είναι μια ουσία η οποία παράγεται από τη διάσπαση της κρεατίνης. Παράγεται στο ήπαρ και η μετατροπή της κρεατίνης σε κρεατινίνη βοηθάει τη μεταφορά της με το αίμα στα νεφρά όπου και συμβαίνει η απέκκριση της. Η ουρία αποτελεί κατάληξη του μεταβολισμού του αζώτου στον άνθρωπο. Όπως η κρεατινίνη έτσι και η ουρία παράγεται στο ήπαρ και μεταφέρεται με το αίμα στα νεφρά όπου και αποβάλλεται. Ωστόσο, η τιμή της ουρίας επηρεάζεται από την ενυδάτωση του αθλητή και η αφυδάτωση μπορεί να δώσει αυξημένες τιμές στη συγκέντρωση της ουρίας και να μη σημαίνει κατ' επέκταση πρόβλημα λειτουργίας των νεφρών (Μούγιος, 2002). Η αμμωνία προέρχεται από την απαμίνωση του AMP και των αμινοξέων

και η μέτρηση του μας δίνει πληροφορίες σχετικά με το μεταβολισμό των φωσφαγόνων και των αμινοξέων. Η συνήθης απόκριση της αμμωνίας μετά από την άσκηση είναι η αύξησή της (Sinniah, Fulton, & McCullough, 1970) η οποία συνδέεται με την συγκέντρωση του γαλακτικού οξέος.

Η πλειονότητα των ερευνών μέχρι τώρα έχει αξιολογήσει ποια είναι η επίδραση της οξείας άσκησης σε δείκτες κυρίως του μυϊκού ιστού (Jamurtas et al., 2005; Paschalis et al., 2005), ενώ άλλοι ιστοί, όπως ο ηπατικός και ο νεφρικός ιστός δεν έχουν εξεταστεί. Επιπρόσθετα, το ποδόσφαιρο σαν άθλημα έχει προσελκύσει το ενδιαφέρον αρκετών ερευνητών από την πλευρά της εργομετρικής αξιολόγησης (Mohr, Krusturp, & Bangsbo, 2003; Stolen, Chamari, Castagna, & Wisloff, 2005), ωστόσο οι εργασίες που έχουν ασχοληθεί με τη βιοχημική αξιολόγηση, και κυρίως την επίδραση που έχει ένας αγώνας ποδοσφαίρου στον οργανισμό του αθλητή είναι πολύ λίγες (Shepard, 1999). Επομένως, σκοπός της συγκεκριμένης εργασίας ήταν να αξιολογήσει την επίδραση που έχει ένας ποδοσφαιρικός αγώνας στο βιοχημικό προφίλ των ποδοσφαιριστών που αγωνίστηκαν καθώς και τη χρονική διάρκεια αυτής της μεταβολής.

Μέθοδος και Διαδικασία

Συμμετέχοντες

Το συνολικό δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν 24 ποδοσφαιριστές Α' εθνικής κατηγορίας του πρωταθλήματος ποδοσφαίρου, ηλικίας 16-28 ετών, οι οποίοι ταξινομήθηκαν σε δύο ομάδες: α) την ομάδα των παικτών που αγωνίστηκαν ($n=14$) και β) την ομάδα ελέγχου ($n=10$) των παικτών που δεν συμμετείχαν στην αγωνιστική διαδικασία. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν σε μία διακοπή στο ενδιαίτημα του πρωταθλήματος και κατόπιν συνεννόησης με το προπονητή της ομάδας. Βασικό κριτήριο συμμετοχής στην έρευνα αποτέλεσαν η απουσία τραυματισμών, ιώσεων, λήψη φαρμακευτικής αγωγής ή συμπληρώματος διατροφής. Επιπρόσθετα, κριτήριο συμμετοχής στην εργασία αποτέλεσε και το γεγονός ότι ο αθλητής έπρεπε να μην είναι καπνιστής.

Αξιολόγηση ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών

Η μέτρηση του σωματικού βάρους των αθλητών πραγματοποιήθηκε μέσω της ηλεκτρονικής ζυγαριάς ακριβείας Soehnle, 7307 (βαθμονομημένη σε 0.1 kg) μετά από νηστεία 8-10 ωρών. Το σωματικό ύψος των συμμετεχόντων μετρήθηκε σε αναστημόμετρο τοίχου με κλίμακα μέτρησης 1 cm. Για το προσδιορισμό της σύστασης σώματος, πραγματοποιήθηκε λιπομέτρηση 8 σωματικών πτυχών (στήθους, υποπλάτιου, τρικεφάλου, δικεφάλου, λαγόνιου, κοιλιακού, μηριαίου και γαστροκνημίου) με

Πίνακας 1: Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά (Μέση Τιμή ± Τυπικό Σφάλμα) του δείγματος κατά ομάδα

	Αγωνιζόμενοι παίκτες <i>n</i> =14	Μη αγωνιζόμενοι παίκτες <i>n</i> =10
Ηλικία (έτη)	20.6 ± 1.3	20.2 ± 1.1
Ύψος (m)	1.78 ± 3.1	1.76 ± 2.2
Βάρος (Kg)	73.8 ± 6.4	72.7 ± 4.8
Ποσοστό σωματικού λίπους (%)	7.8 ± 1.2	8.2 ± 0.7
Μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (ml/Kg/min)	60.6 ± 4.1	59.7 ± 3.8

δερματοπτυχόμετρο (Harpenden, HSK, British indicators, UK). Η πυκνότητα σώματος υπολογίστηκε από την εξίσωση των Jackson και Pollock (1978), ενώ το ποσοστό σωματικού λίπους υπολογίστηκε από την εξίσωση του Siri (1961). Τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά των δύο ομάδων παρουσιάζονται στο Πίνακα 1 .

Μέτρηση μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου (VO_{2max})

Για την διεξαγωγή της δοκιμασίας χρησιμοποιήθηκε φορητός αναλυτής (V_{maxST} , SensorMedics, USA). Τα στοιχεία που κατεγράφησαν σε κάθε δοκιμασία ήταν ο όγκος του οξυγόνου και του διοξειδίου του άνθρακα (l/min), το αναπνευστικό τους πηλίκιο (RQ), ο χρόνος εξάντλησης και η καρδιακή συχνότητα (HR). Η καρδιακή συχνότητα μετρήθηκε τηλεμετρικά (electro polar). Ο δοκιμαζόμενος φορώντας τον φορητό αναλυτή, ξεκινούσε να τρέχει με ταχύτητα 10 km/h ενώ η ταχύτητα αυξανόταν κατά 1 km/h κάθε δύο λεπτά, μέχρι ο δοκιμαζόμενος να φτάσει στην εξάντληση. Η καταγραφή των αποτελεσμάτων πραγματοποιήθηκε μέσω του ειδικού προγράμματος της Metasoft.

Διαιτολόγιο

Η διατροφή των εξεταζόμενων δεν ελέγχθηκε σε όλη την διάρκεια της άσκησης, αλλά οι παίκτες κατέγραψαν την διατροφή τους για 5 ημέρες, τόσο πριν από τις μετρήσεις, όσο και κατά την διάρκεια του προγράμματος. Η διατροφή καταγράφηκε σε ειδικό έντυπο και αναλύθηκε χρησιμοποιώντας το διατροφικό πρόγραμμα ScienceTech Diet 200A (ScienceTech, Αθήνα, Ελλάδα).

Ερευνητικός σχεδιασμός

Οι εθελοντές πραγματοποίησαν μία επίσκεψη στο εργαστήριο Προπονητικής, του Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου Θράκης, κατά την οποία ενημερώθηκαν για τον πειραματικό σχεδιασμό, το ειδικό πενήντημερο έντυπο καταγραφής της διατροφής τους, ενώ παράλληλα υπέγραψαν την έντυπη συγκατάθεση η οποία ήταν σύμφωνη με τις δεοντολογικές αρχές της Διακήρυξης του Ελσίνκι (1975). Εν συνέχεια, πραγματοποιήθηκε η μέτρηση των ανθρωπομετρικών τους στοιχείων και η αξιολόγηση

ση της VO_{2max} . Οι δειγματοληψίες αίματος πραγματοποιήθηκαν σε ειδικό χώρο στο γήπεδο. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι οι συμμετέχοντες απείχαν από κάθε είδους προπόνηση μεταξύ των αιμοληψιών. Ο αγώνας πραγματοποιήθηκε το απόγευμα σε μια μέρα του μήνα Δεκεμβρίου.

Δύναμη

Η δύναμη των τετρακέφαλων αξιολογήθηκε με την άσκηση των βαθιών καθισμάτων σε ισοτονικό μηχάνημα (Cybex Inc, USA). Οι ποδοσφαιριστές ξεκίνησαν από την όρθια θέση και λύγισαν τα πόδια τους μέχρι που οι μηροί να έρθουν στην παράλληλη θέση με το έδαφος. Πραγματοποιήθηκαν τρεις προσπάθειες μέχρι που να βρεθεί η 1-Μέγιστη Επανάληψη των αθλητών. Το διάλειμμα μεταξύ των προσπαθειών ήταν τρία λεπτά.

Αιμοληψίες

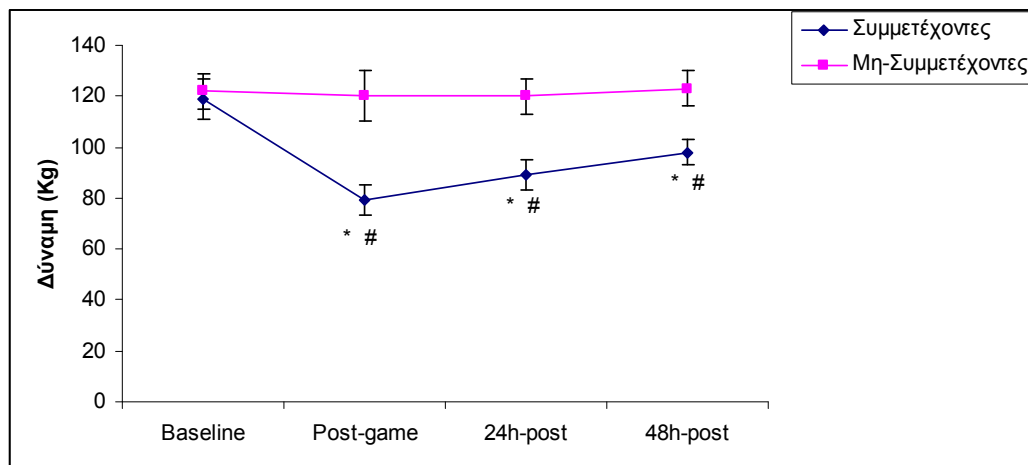
Πραγματοποιήθηκαν συνολικά 4 αιμοληψίες σε κάθε ποδοσφαιριστή και συλλέχθηκαν 10 ml αίματος κάθε φορά από τη μεσοβασιλική φλέβα. Η πρώτη ολοκληρώθηκε τις πρωινές ώρες (9-10 π.μ.) της ημέρας του αγώνα, έπειτα από ολονύχτια νηστεία. Η δεύτερη, ακριβώς μετά τον αγώνα (απόγευμα) και οι υπόλοιπες 24 και 48 ώρες μετά το τέλος του αγώνα. Κατά την διάρκεια των αιμοληψιών, οι συμμετέχοντες απείχαν από οποιαδήποτε πρόσληψη αλκοόλ και καφεΐνης. Οι συμμετέχοντες δεν συμμετείχαν σε καμία έντονη φυσική δραστηριότητα 72 ώρες πριν και 48 ώρες μετά τον αγώνα.

Βιοχημικές αναλύσεις

Όλες οι μετρήσεις έγιναν με αντιδραστήρια της εταιρείας Human (Wiesbaden, Germany) σε βιοχημικό αναλυτή της εταιρείας Crony Instruments Airone 200RA (Rome, Italy). Ο συντελεστής διακύμανσης (intra-assay variability) για όλες τις μετρήσεις ήταν <5%.

Στατιστική ανάλυση

Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται ως μέση τιμή ± τυπικό σφάλμα. Για την ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε η στατιστική ανάλυση ANOVA με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις. Εφαρμόστηκε το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων Bonferroni για τον εντοπισμό



Σχήμα 1. Μεταβολές στα επίπεδα δύναμης μετά από ένα ποδοσφαιρικό αγώνα σε αθλητές που συμμετείχαν στον αγώνα και σε αθλητές που δεν έλαβαν μέρος.

των στατιστικά σημαντικών διαφορών των τριών επιμέρους βαθμίδων των δύο παραγόντων. Το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας ορίστηκε στο $p < .05$.

Αποτελέσματα

Η διατροφική ανάλυση έδειξε πως δεν υπήρξαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο ομάδων όσον αφορά την πρόσληψη θερμίδων, μακροστοιχείων και ιχνοστοιχείων σε ημερήσια βάση. Η συμμετοχή των ποδοσφαιριστών στον αγώνα επέφερε κάποιου βαθμού κόπωση και αυτό αποδεικνύεται από την πτώση των επιπέδων δύναμης (Σχήμα 1).

Τα αποτελέσματα των δύο ηπατικών ενζύμων

παρουσιάζονται στον Πίνακα 2. Τα επίπεδα των ενζύμων, τόσο στην ηρεμία όσο και μετά την άσκηση, ήταν μέσα στις φυσιολογικές τιμές. Δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο ομάδων στα επίπεδα ηρεμίας σε καμία από τις δύο μεταβλητές. Ωστόσο, παρατηρήθηκαν σημαντικές χρονοεξαρτώμενες διαφορές μεταξύ των δύο ομάδων (AST, $F_{1,22} = 64.66$, $\eta^2 = 0.75$ και ALT, $F_{1,22} = 48.62$, $\eta^2 = 0.69$). Οι συμμετέχοντες στον ποδοσφαιρικό αγώνα παρουσίασαν σημαντικά αυξημένες τιμές και στα δύο ένζυμα στις 24 και 48 ώρες μετά το τέλος της άσκησης. Αυξημένες παρουσιάστηκαν και οι τιμές της γαλακτικής αφυδρογονάσης 48 ώρες μετά το τέλος της άσκησης ($F_{1,22} = 126.71$, $\eta^2 = 0.85$).

Πίνακας 2. Τιμές (Μέση Τιμή ± Τοπικό Σφάλμα) της αμινοτρανσφεράσης του ασπαρτικού οξέος (AST), της αμινοτρανσφεράσης της αλανίνης (ALT) και της γαλακτικής αφυδρογονάσης (LDH) στους συμμετέχοντες και μη-συμμετέχοντες σε ένα ποδοσφαιρικό αγώνα.

	Ηρεμία	Αμέσως μετά	24 h	48 h
AST (U/L)				
Συμμετέχοντες	22.4 ± 2.1	23.7 ± 1.6	31.6 ± 2.9 ^{1,2}	38.9 ± 3.7 ^{1,2}
Μη-Συμμετέχοντες	20.8 ± 2.0	21.5 ± 2.6	20.4 ± 1.3	22.5 ± 3.5
ALT (U/L)				
Συμμετέχοντες	19.4 ± 1.8	21.4 ± 2.8	28.6 ± 1.7 ^{1,2}	32.3 ± 2.2 ^{1,2}
Μη-Συμμετέχοντες	18.6 ± 2.4	19.2 ± 2.5	17.9 ± 4.2	18.9 ± 3.1
LDH (U/L)				
Συμμετέχοντες	167.7 ± 9.6	195.6 ± 11.2	226.4 ± 10.8	348.7 ± 11.3 ^{1,2}
Μη-Συμμετέχοντες	156.9 ± 8.1	160.2 ± 7.4	174.8 ± 10.2	171.5 ± 12.2

¹ Στατιστικά σημαντική διαφορά ($p < .05$) συγκριτικά με τις τιμές ηρεμίας και τις τιμές αμέσως μετά

² Στατιστικά σημαντική διαφορά ($p < .05$) μεταξύ των 2 ομάδων

Πίνακας 3. Τιμές (Μέση Τιμή ± Τυπικό Σφάλμα) της κρεατινίνης, της ουρίας και της αμμωνίας (NH₃) στους συμμετέχοντες και μη-συμμετέχοντες σε ένα ποδοσφαιρικό αγώνα.

	Ηρεμία	Αμέσως μετά	24 h	48 h
Κρεατινίνη (mg/dl)				
Συμμετέχοντες	0.5 ± 0.06	0.6 ± 0.09	0.4 ± 0.07	0.5 ± 0.12
Μη-Συμμετέχοντες	0.6 ± 0.03	0.5 ± 0.03	0.4 ± 0.14	0.5 ± 0.10
Ουρία (mg/dl)				
Συμμετέχοντες	35.3 ± 4.2	52.1 ± 6.4 ^{1,2}	40.9 ± 8.3	39.2 ± 7.1
Μη-Συμμετέχοντες	41.5 ± 5.4	44.0 ± 3.9	39.8 ± 5.7	38.5 ± 3.8
NH₃ (ug/dl)				
Συμμετέχοντες	32.4 ± 7.3	47.5 ± 5.9 ^{1,2}	41.1 ± 6.3	29.8 ± 4.4
Μη-Συμμετέχοντες	30.8 ± 4.0	33.6 ± 5.2	34.1 ± 3.6	31.7 ± 2.9

¹ Στατιστικά σημαντική διαφορά ($p < .01$) συγκριτικά με τις τιμές ηρεμίας.

² Στατιστικά σημαντική διαφορά ($p < .01$) μεταξύ των 2 ομάδων.

Τα αποτελέσματα της κρεατινίνης, της ουρίας και της αμμωνίας παρουσιάζονται στον Πίνακα 3. Τα επίπεδα των ουσιών, τόσο στην ηρεμία όσο και μετά την άσκηση, ήταν μέσα στις φυσιολογικές τιμές. Δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο ομάδων στα επίπεδα ηρεμίας σε καμία από τις τρεις μεταβλητές. Ωστόσο, η άσκηση επέφερε σημαντικές μεταβολές στα επίπεδα της ουρίας και της αμμωνίας με αποτέλεσμα οι τιμές των δύο μεταβλητών να είναι σημαντικά διαφορετικές μεταξύ της ομάδας των συμμετεχόντων στον αγώνα και των μη-συμμετεχόντων αμέσως μετά το τέλος του αγώνα (ουρία $F_{1,22}=98.84$, $\eta^2=0.82$ και αμμωνία $F_{1,22}=68.731$, $\eta^2=.76$).

Συζήτηση

Τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης εργασίας έδειξαν πως ένας ποδοσφαιρικός αγώνας επιφέρει σημαντικές μεταβολές στα επίπεδα ουσιών που σχετίζονται με το νεφρικό σύστημα και χρονοεξαρτώμενες μεταβολές σε ένζυμα του ήπατος. Θα πρέπει ωστόσο να αναφερθεί ότι η μεταβολή των προαναφερθέντων μεταβλητών δεν ξέφυγε από τα φυσιολογικά όρια.

Είναι γνωστό πως το ποδόσφαιρο είναι ένα άθλημα το οποίο χαρακτηρίζεται από την ενεργοποίηση τόσο του αερόβιου όσο και του αναερόβιου μεταβολισμού. Η παραγωγή ενέργειας από τον αερόβιο μεταβολισμό υπολογίζεται περίπου στο 90% της συνολικής ενέργειας (Bangsbo, 1994) που καταναλίσκεται κατά τη διάρκεια ενός αγώνα. Παράλληλα, και ο αναερόβιος μεταβολισμός παίζει σημαντικό ρόλο στην παραγωγή ενέργειας κατά τη διάρκεια του αγώνα (Bangsbo, 1994). Τα επίπεδα του γαλακτικού οξέος μετά από ένα αγώνα ποδοσφαίρου υψηλού επιπέδου κυμαίνονται από 3-9 mmol/L ενώ σε πολλές περιπτώσεις μπορεί να ξεπεράσουν και τα 10 mmol/L (Bangsbo, 1994),

κάτι που σημαίνει ότι η προσπάθεια των αθλητών είναι αρκετά έντονη. Αυτή η έντονη μορφή των προσπαθειών των ποδοσφαιριστών είναι πιθανόν να οδήγησε και στα αυξημένα επίπεδα των δύο ηπατικών ενζύμων. Είναι γνωστό ότι τόσο η ALT όσο και η AST βρίσκονται στο μυ και η πιθανή καταπόνηση του μυϊκού ιστού εξαιτίας των προσπαθειών που κατέβαλαν οι ποδοσφαιριστές κατά τη διάρκεια του αγώνα να επέφερε την αύξηση στα δύο ηπατικά ένζυμα. Προηγούμενες έρευνες έχουν δείξει πως έντονες και επαναλαμβανόμενες προσπάθειες, όπως αυτές που συμβαίνουν σε ένα ποδοσφαιρικό αγώνα, επιφέρουν αύξηση στα επίπεδα της AST η οποία διαρκεί μέχρι και 48 ώρες μετά το τέλος των προσπαθειών (Thompson et al., 1999). Τα ίδια αποτελέσματα έχουν βρεθεί και μετά το τέλος ενός αγώνα αμερικανικού ράγκμπι (Garry & McShane, 2000). Ωστόσο, καμία μεταβολή δεν παρατηρήθηκε στην AST αμέσως μετά το τέλος μιας πολύ έντονης προσπάθειας σε νεαρούς αθλητές (Song, 1990). Η πιθανότητα να οφείλεται η αύξηση των ηπατικών ενζύμων στη μυϊκή βλάβη ενισχύεται και από την αυξημένη συγκέντρωση της LDH. Υπάρχουν έρευνες που έχουν δείξει πως σε περιπτώσεις μυϊκής βλάβης αυξάνονται τα επίπεδα της LDH (Jamurtas et al., 2005; Tofas et al., 2008)

Τα επίπεδα ηρεμίας της κρεατινίνης των ποδοσφαιριστών ήταν μέσα στις φυσιολογικές τιμές. Η βιβλιογραφία αναφέρει πως οι ποδοσφαιριστές και οι αθλητές σε γενικές γραμμές παρουσιάζουν αυξημένες τιμές κρεατινίνης, κάτι που αποδίδεται στην αυξημένη μυϊκή τους μάζα συγκριτικά με μη αθλητές (Banfi & Del Fabbro, 2006), ενώ άλλες εργασίες τοποθετούν τις τιμές κρεατινίνης αθλητών χαμηλότερα από αυτές των φυσιολογικών ατόμων που αποτέλεσαν την ομάδα ελέγχου (Lippi, Brocco, Franchini, Schena, & Guidi, 2004). Προηγούμενες

εργασίες έχουν δείξει πως η άσκηση χαμηλής έντασης δεν αυξάνει τα επίπεδα της αμμωνίας ενώ αντίθετα η μέτριας και υψηλής έντασης άσκηση επιφέρει σημαντική αύξηση στα επίπεδα της αμμωνίας (Sinniah et al., 1970). Επιπρόσθετα, μετά από αγώνα ράγκμπι βρέθηκε πως όλοι οι παίκτες πα-

ρουσίασαν συμπτώματα αφυδάτωσης παρά τη διαθεσιμότητα σε υγρά. Τα επίπεδα της κρεατινίνης και της ουρίας παρουσιάστηκαν αυξημένα μετά το τέλος του αγώνα ενώ βρέθηκαν αυξημένα και συγκριτικά με δρομείς μεγάλων αποστάσεων (Pohl, O'Halloran, & Pannall, 1981).

Σημασία για τον Αγωνιστικό Αθλητισμό

Το ποδόσφαιρο αποτελεί ένα από τα πιο δημοφιλή αθλήματα σε όλο τον κόσμο. Υπάρχουν πολλά άτομα τα οποία ασχολούνται είτε ερασιτεχνικά είτε επαγγελματικά με το συγκεκριμένο άθλημα. Αν και έχουν γίνει πολλές εργασίες για την αξιολόγηση της φυσικής κατάστασης των ατόμων που συμμετέχουν σε αγώνες ποδοσφαίρου δεν έχουν γίνει εργασίες για την αξιολόγηση των επιπτώσεων που έχει ένας αγώνας ποδοσφαίρου στον ανθρώπινο οργανισμό. Τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης εργασίας θα μπορέσουν να αποτελέσουν ακόμα ένα στοιχείο στα χέρια του ατόμου που ασχολείται εξειδικευμένα με το συγκεκριμένο άθλημα. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως ένας αγώνας ποδοσφαίρου μπορεί να αυξήσει τα επίπεδα των ηπατικών ενζύμων αλλά επειδή η αύξηση δεν ξεφεύγει από τα φυσιολογικά όρια δεν κρίνεται επικίνδυνη για τον οργανισμό και πιθανόν να έχει σχέση με τη μυϊκή βλάβη που μπορεί να επέρχεται από τη συμμετοχή στον αγώνα. Ιδιαίτερη προσοχή θα πρέπει να δίνεται στην περίπτωση της αφυδάτωσης αφού τόσο η ουρία όσο και η αμμωνία παρουσιάστηκαν αυξημένες αμέσως μετά τον αγώνα. Ιδιαίτερη προσπάθεια πρέπει να γίνεται έτσι ώστε να παροτρύνονται οι αθλητές να ενυδατώνονται ανά τακτά χρονικά διαστήματα κατά τη διάρκεια του αγώνα.

Βιβλιογραφία

- Banfi, G., & Del Fabbro, M. (2006). Serum creatinine values in elite athletes competing in 8 different sports: comparison with sedentary people. *Clinical Chemistry*, 52(2), 330-331.
- Bangsbo, J. (1994). Energy demands in competitive soccer. *Journal of Sports Science*, 12 Spec, S5-12.
- Chen, T. C., & Hsieh, S. S. (2001). Effects of a 7-day eccentric training period on muscle damage and inflammation. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(10), 1732-1738.
- Garry, J. P., & McShane, J. M. (2000). Postcompetition elevation of muscle enzyme levels in professional football players. *Medscape General Medicine*, 2(1), E4.
- Jackson, A.S., Pollock, M.L., Graves, J.E., Mahar, M.T. (1988). Reliability and validity of bioelectrical impedance in determining body composition. *Journal of Applied Physiology*, 64(2), 529-534.
- Jamurtas, A. Z., Theoharis, V., Tofas, T., Tsiokanos, A., Yfanti, C., Paschalis, V., et al. (2005). Comparison between leg and arm eccentric exercises of the same relative intensity on indices of muscle damage. *European Journal of Applied Physiology*, 95(2-3), 179-185.
- Koutedakis, Y., Raafat, A., Sharp, N. C., Rosmarin, M. N., Beard, M. J., & Robbins, S. W. (1993). Serum enzyme activities in individuals with different levels of physical fitness. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 33(3), 252-257.
- Lippi, G., Brocco, G., Franchini, M., Schena, F., & Guidi, G. (2004). Comparison of serum creatinine, uric acid, albumin and glucose in male professional endurance athletes compared with healthy controls. *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine*, 42(6), 644-647.
- Metivier, G., & Gauthier, R. (1985). Effects of acute physical exercise on some serum enzymes in healthy male subjects between the ages of 40 and 64 years. *Enzyme*, 33(1), 25-33.
- Mohr, M., Krstrup, P., & Bangsbo, J. (2003). Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *Journal of Sports Science*, 21(7), 519-528.
- Μούγιος, Β. (2002). *Βιοχημεία της Άσκησης*. Θεσσαλονίκη. 3^η έκδοση.
- Paschalis, V., Koutedakis, Y., Baltzopoulos, V., Mougios, V., Jamurtas, A. Z., & Theoharis, V. (2005). The effects of muscle damage on running economy in healthy males. *International Journal of Sports Medicine*, 26(10), 827-831.
- Pohl, A.P., O'Halloran, M. W., & Pannall, P. R. (1981). Biochemical and physiological changes in football players. *Medical Journal of Australia*, 1(9), 467-470.
- Shephard, R. J. (1999). Biology and medicine of soccer: an update. *Journal of Sports Science*, 17(10), 757-786.
- Sinniah, D., Fulton, T. T., & McCullough, H. (1970). The effect of exercise on the venous blood ammonium concentration in man. *Journal of Clinical Pathology*, 23(8), 715-719.
- Siri, S.E. (1961). Body composition from fluid spaces and density: Analysis of methods. In: J. Brozek and A. Henschel (Eds.), *Techniques for measuring body composition* (pp. 223-234). Washington, DC: National Academy of Sciences, National Research Council.

Song, T. M. (1990). Effect of anaerobic exercise on serum enzymes of young athletes. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 30(2), 138-141.

Stolen, T., Chamari, K., Castagna, C., & Wisloff, U. (2005). Physiology of soccer: An update. *Sports Medicine*, 35(6), 501-536.

Thompson, D., Nicholas, C. W., & Williams, C. (1999). Muscular soreness following prolonged intermittent

high-intensity shuttle running. *Journal of Sports Sciences*, 17(5), 387-395.

Tofas, T., Jamurtas, A., Fatouros, I., Nikolaidis, M. G., Koutedakis, Y., Sinouris, E., et al. (2008). Plyometric exercise increases serum indices of muscle damage and collagen breakdown. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(2), 490-496.

