

Το φαινόμενου της υπονατριαιμίας σε Αθλητές Υπεραντοχής

(Η μελέτη βασίζεται σε αθλητές που συμμετείχαν στο Σπάρταθλον '01)



Πτυχιακή Μελέτη

Ανδριώτης Γιώργος

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια
Αντωνία-Λήδα Ματάλα

Επίκουρος Καθηγήτρια

Εξεταστές Καθηγητές

Κάβουρας Σταύρος-Λέκτορας

Γιαννακούρης Νικόλαος-Λέκτορας

Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο

Τμήμα Διατροφής-Διαιτολογίας

Αθήνα 2002

Στη Μαριλένα

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τους, Ματάλα Αντωνία-Λήδα, Κάβουρα Σταύρο, Σκενδέρη Κατερίνα και Αναστασίου Κώστα για τη συνεργασία και συνεισφορά τους σε αυτή την μελέτη. Ιδιαίτερα πολύτιμες ήταν οι πληροφορίες και τα στοιχεία για τον αγώνα από την κα. Ματάλα και τον κ. Κάβουρα.

Περίληψη

Σκοπός της μελέτης ήταν να διερευνηθεί η συσχέτιση της μεταβολής του βάρους αθλητών υπεραντοχής με τα επίπεδα νατρίου του πλάσματος τους μετά το τέλος του αγώνα, καθώς και η επίδραση της μεταβολής του βάρους και της συγκέντρωσης νατρίου στην επίδοσή τους. Η επιλογή αθλητών του Σπάρταθλον είναι ιδανική για τη μελέτη αυτή, διότι το άθλημα αυτό είναι ιδιαίτερα δύσκολο και επίπονο για τους αθλητές που συμμετέχουν, εφόσον πρέπει να καλύψουν απόσταση 246 χιλιομέτρων (Αθήνα-Σπάρτη) σε 36 ώρες. Στη μελέτη συμμετείχαν 140 άνδρες δρομείς. Το δείγμα αυτό αντιπροσωπεύει το 56,4% των δρομέων (n=248) που έλαβαν μέρος στον αγώνα, ενώ 82 αθλητές κατάφεραν να τερματίσουν. Πληροφορίες για την ποσότητα, το είδος των υγρών που κατανάλωσαν και την εμφάνιση γαστρεντερικών προβλημάτων κατά τη διάρκεια του αγώνα βασίστηκαν σε ερωτηματολόγια που συμπληρώθηκαν από τους αθλητές πριν και μετά τον αγώνα. Σε κάποιους από τους δρομείς μετρήθηκε το βάρος στην Αθήνα, ενώ σε λιγότερους αθλητές το βάρος μετρήθηκε στη Σπάρτη. Επίσης, πραγματοποιήθηκαν δύο αιμοληψίες, μία στην Αθήνα (την προηγούμενη ημέρα του αγώνα) και μία στη Σπάρτη (30 λεπτά μετά τον τερματισμό), για τον προσδιορισμό των συγκεντρώσεων νατρίου των δρομέων.

Η συγκέντρωση νατρίου πριν τον αγώνα ήταν 141 ± 5 mmol/L, ενώ μετά τον αγώνα είχε τιμή 135 ± 6 mmol/L. Εννέα δρομείς (16,1%) ήταν υπονατριαιμικοί (συγκέντρωση νατρίου <130 mmol/L). Η επί τοις εκατό μεταβολή του βάρους των δρομέων ήταν της τάξης του $-3,0 \pm 2,7\%$. Σε 5 μόνο αθλητές το βάρος αυξήθηκε. Βρέθηκε αντιστρόφως ανάλογη συσχέτιση της επί τοις εκατό μεταβολής του βάρους με τη συγκέντρωση του νατρίου μετά τον αγώνα ($R^2 = 0,213$, $p < 0,01$). Θετικά συσχετίστηκαν οι συγκεντρώσεις νατρίου πριν και μετά τον αγώνα, ενώ η ηλικία δεν επηρέασε τα επίπεδα του νατρίου. Νεότεροι ήταν οι δρομείς που κατάφεραν να τερματίσουν σε σχέση με αυτούς που εγκατέλειψαν (42 ± 9 έτη και 46 ± 10 έτη αντίστοιχα, $p < 0,05$). Η ηλικία συσχετίστηκε και με το χρόνο τερματισμού, καθώς ο χρόνος τερματισμού ήταν μεγαλύτερος κατά την αύξηση της ηλικίας ($R^2 = 0,109$ και $p < 0,05$). Δε βρέθηκε όμως επίδραση της επί τοις εκατό μεταβολής του βάρους και της συγκέντρωσης νατρίου μετά τον αγώνα στο χρόνο κάλυψης της απόστασης. Η ποσότητα των υγρών που κατανάλωσαν στον αγώνα κυμαινόταν από 10 έως 50 λίτρα. Το νερό χρησιμοποιήθηκε σχεδόν από όλους τους αθλητές (96,4% των αθλητών), ενώ τα ισοτονικά ποτά καταναλώθηκαν από το 73,2% των αθλητών. Τέλος, σχεδόν οι μισοί αθλητές (48,2%) είχαν συμπτώματα ναυτίας, ενώ μόλις το 8,9% των δρομέων έπασχε από διάρροια. Συμπερασματικά λοιπόν, το ποσοστό των υπονατριαιμικών σε ένα αγώνα υπεραντοχής είναι μικρό σε σχέση με το ποσοστό των αθλητών που έχουν φυσιολογικά επίπεδα νατρίου. Στην πλειοψηφία των αθλητών το βάρος ελαττώνεται κατά τη διάρκεια του αγώνα, ενώ όσο μικρότερη είναι η μείωση αυτή, τόσο το άτομο κινδυνεύει να ταλαιπωρηθεί από υπονατριαιμία. Τέλος, σύμφωνα με τα ευρήματα της παρούσας μελέτης, η επίδοση των δρομέων στον αγώνα, αν εκφρασθεί ως ο χρόνος κάλυψης της απόστασης, δεν επηρεάστηκε από την επί τοις εκατό μεταβολή του βάρους και τη συγκέντρωση νατρίου μετά το τέλος του αγώνα.

Περιεχόμενα

Εισαγωγή

Λίγα λόγια για το νάτριο.....	1
Η υπονατριαιμία σε αθλητές και σε κλινικά περιστατικά.....	1
Ρόλος των νεφρών και της εφίδρωσης στη ρύθμιση του ισοζυγίου του νερού & του νατρίου.....	3
Κατανάλωση υγρών στον αγώνα.....	5
Βιβλιογραφική ανασκόπηση.....	7
Σκοποί της παρούσης έρευνας.....	10

Χρήσιμες πληροφορίες για το Σπάρταθλον

Οι ρίζες του αγωνίσματος.....	11
Ο μύθος γίνεται πραγματικότητα.....	11

Μεθοδολογία

Ερωτηματολόγια.....	15
Ανθρωπομετρικές μετρήσεις.....	15
Αιμοληψίες και ανάλυση δειγμάτων αίματος.....	16
Στατιστική επεξεργασία.....	16

Αποτελέσματα

Ανθρωπομετρικά στοιχεία και ηλεκτρολύτες.....	17
Επίδοση στον αγώνα.....	18
Άλλα στοιχεία για τους δρομείς και τον αγώνα.....	18

Συμπεράσματα

Ισοζύγιο νερού και νατρίου.....	21
Επίδοση και ισοζύγιο νερού.....	22
Γαστρεντερικές διαταραχές.....	24

Παράρτημα 1: Ερωτηματολόγια.....	25
---	----

Παράρτημα 2: Επίδοση στον αγώνα.....	28
---	----

Παράρτημα 3: Πίνακες και διαγράμματα.....	31
--	----

Βιβλιογραφία.....	48
--------------------------	-----------

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ΛΙΓΑ ΛΟΓΙΑ ΓΙΑ ΤΟ ΝΑΤΡΙΟ (1)

Το νάτριο είναι το κυριότερο κατιόν του εξωκυττάριου υγρού με συνολική ποσότητα στον οργανισμό 120 mgf περίπου, όπου το 30 % βρίσκεται στην επιφάνεια των κρυστάλλων του οστού, ενώ το υπόλοιπο βρίσκεται στο εξωκυττάριο υγρό. Έχει πολύ μεγάλη απορροφησιμότητα από τον οργανισμό, καθώς το 95% του νατρίου της δίαιτας απορροφάται, ενώ μόνο το 5% αποβάλλεται με τα κόπρανα. Το 90-95% των φυσιολογικών απωλειών του συμβαίνει με τη διούρηση. Ο ρόλος του είναι πολύ σημαντικός στον οργανισμό, διότι μετέχει στη ρύθμιση μίας σειράς ζωτικών λειτουργιών όπως, ελέγχει την οσμωμοριακότητα του εξωκυττάριου υγρού, συμβάλει στη φυσιολογική νευρομυϊκή λειτουργία, παίζει ρόλο στη διατήρηση του ισοζυγίου των οξέων και βάσεων και μετέχει σε μία πληθώρα ζωτικών χημικών αντιδράσεων (2).

Οι φυσιολογικές τιμές του νατρίου στον οργανισμό είναι 135-145 mmol/L. Υπονατριαιμία λέγεται το φαινόμενο κατά το οποίο η συγκέντρωση νατρίου είναι κάτω από 135 mmol/L, ενώ όταν η τιμή αυτή είναι <130 mmol/L τότε η υπονατριαιμία είναι σοβαρής μορφής και ο κίνδυνος για εμφάνιση επικίνδυνων συμπτωμάτων είναι πλέον έκδηλος.

Η πρόσληψη του νατρίου δεν πρέπει να ξεπερνάει τα 2400 mgf την ημέρα (ημερήσια συνιστώμενη πρόσληψη για το γενικό πληθυσμό), ενώ το ελάχιστο όριο πρόσληψης για την κάλυψη των απωλειών νατρίου, λόγω σωματικής άσκησης και κλιματικών επιδράσεων, ορίζεται στα 500 mgf ανά ημέρα. Πλούσιες πηγές νατρίου θεωρούνται το αλάτι κυρίως, το σαλάμι, οι κονσέρβες, τα λουκάνικα, τα παστά ψάρια, το τυρί και το τουρσί.

Η ΥΠΟΝΑΤΡΑΙΜΙΑ ΣΕ ΑΘΛΗΤΕΣ ΚΑΙ ΣΕ ΚΛΙΝΙΚΑ ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΑ

Το φαινόμενο της υπονατριαιμίας μπορεί να συμβεί όχι μόνο στους αθλητές υπεραντοχής ή πολύ μεγάλων αποστάσεων κατά τη διάρκεια του αγώνα, αλλά και σε μη αθλητές. Στους τελευταίους, σημαντικότερος παράγοντας για την εκδήλωση της είναι η αραίωση του νατρίου του πλάσματος, η οποία είναι δυνατόν να συμβεί σε περιπτώσεις καρδιακής, ηπατικής ή νεφρικής δυσλειτουργίας. Επίσης το οίδημα, ο ασκίτης, τα αυξημένα επίπεδα αντιδιουρητικής ορμόνης (ADH), καθώς και η ψυχογενής πολυδιψία αποτελούν σημαντικές αιτίες της προαναφερθείσας αραίωσης.

Η χρόνια υπονατριαιμία σχετίζεται με την αύξηση της ηλικίας, ενώ ο κίνδυνος νοσηρότητας και θνησιμότητας από αυτήν αυξάνεται στις μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες. Για τη θεραπεία των κλινικών περιστατικών συστήνονται συμπληρώματα νατρίου, η ποσότητα του οποίου καθορίζεται από τον τύπο:

$$(140\text{-νατριο ορού}) \times 0,2 \times \text{σωματικό βάρος (σε κιλά)}$$

Σημαντικό κατά τη θεραπεία είναι να γίνεται σταδιακή επαναφορά των επιπέδων του στα φυσιολογικά όρια, διότι απότομη αύξηση της συγκέντρωσης του μπορεί να προκαλέσει μόνιμες και σημαντικές βλάβες στον εγκέφαλο (3).

Όσον αφορά την ανάπτυξη της υπονατριαιμίας στους αθλητές υπεραντοχής, η «υπερφόρτωση» του εξωκυττάριου υγρού εξαιτίας της συνεχόμενης λήψης υγρών κατά τη διάρκεια του αγωνίσματος, σε συνδυασμό με την ανεπαρκή αναπλήρωση της απώλειας νατρίου αποτελεί την αιτία ανάπτυξης της (4). Υπάρχει και μία άλλη θεωρία (5) σύμφωνα με την οποία, η παρουσία υδατανθράκων στο έντερο προκαλεί μείωση της γαστρικής κένωσης κάτι που έχει ως συνέπεια την έκκριση του νατρίου από το εξωκυττάριο υγρό στον εντερικό αυλό, μειώνοντας κατ' αυτό τον τρόπο την συγκέντρωση του στον εξωκυττάριο χώρο, αυξάνοντας παράλληλα τον κίνδυνο για ανάπτυξη του φαινομένου. Φαίνεται επίσης, ότι η έντονη παρατεταμένη άσκηση επηρεάζει αρνητικά το νεφρικό μηχανισμό ισορροπίας των υγρών (5) με αποτέλεσμα οι νεφροί να μην είναι σε θέση να αντεπεξέλθουν στην υπερφόρτωση του εξωκυττάριου υγρού. Αθλητές, οι οποίοι νοσηλεύτηκαν σε νοσοκομείο με συμπτώματα υπονατριαιμίας, είχαν μη φυσιολογικό ρυθμό νεφρικής απέκκρισης νερού. Τέλος, υπάρχουν ενδείξεις (5) ότι τα επίπεδα αντιδιουρητικής ορμόνης (ADH) σε υπερμαραθωνοδρόμους αθλητές είναι αυξημένα κατά τη διάρκεια της άσκησης, αυξάνοντας την κατακράτηση νερού από τον οργανισμό.

Σε όλες τις περιπτώσεις εκδήλωσης υπονατριαιμίας, είτε αυτές αφορούν αθλητές, είτε κλινικά περιστατικά, η μείωση της συγκέντρωσης του νατρίου προκαλεί μετατόπιση του εξωκυττάριου υγρού στο εσωτερικό των κυττάρων με αποτέλεσμα τη διόγκωσή τους. Η διόγκωση των κυττάρων επηρεάζει αρνητικά τη φυσιολογική λειτουργία του κεντρικού νευρικού συστήματος (5), με αποτέλεσμα την εκδήλωση μίας σειράς συμπτωμάτων όπως πονοκέφαλος, θάμβος όρασης, ναυτία, εμετός, υπερβολική εφίδρωση, μυϊκή αδυναμία, ενώ σε ακραίες περιπτώσεις αναπτύσσεται εγκεφαλικό οίδημα, σπασμοί, κώμα και τελικά ο θάνατος (6).

ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ ΝΕΦΡΩΝ ΚΑΙ ΤΗΣ ΕΦΙΔΡΩΣΗΣ ΣΤΗ ΡΥΘΜΙΣΗ ΤΟΥ
ΙΣΟΖΥΓΙΟΥ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ & ΤΟΥ ΝΑΤΡΙΟΥ

Ο ανθρώπινος οργανισμός διαθέτει μηχανισμούς ρύθμισης του ισοζυγίου του νατρίου και του ύδατος έτσι ώστε να διασφαλίζεται ισορροπία στα επίπεδα τους. Είναι κατανοητό ότι το ισοζύγιο καθορίζεται από τη διαφορά μεταξύ της πρόσληψης και απέκκρισης του ύδατος και του νατρίου. Η απέκκριση του νερού γίνεται από τα ούρα (1500 ml/ημέρα), τα κόπρανα (100 ml/ημέρα), των ιδρώτα (50 ml/ημέρα) και την λεγόμενη άδηλο απώλεια νερού (900 ml/ημέρα), ενώ για το νάτριο, η απέκκριση πραγματοποιείται από τον ιδρώτα, τα κόπρανα και τα ούρα. Και εδώ η μεγαλύτερη απώλεια νατρίου συμβαίνει μέσω των ούρων. Η απέκκριση του από την επιδερμίδα και τον γαστρεντερικό σωλήνα είναι φυσιολογικά πολύ μικρή, αλλά μπορεί να αυξηθεί σημαντικά κατά την έντονη άσκηση, τον εμετό και την διάρροια (7).

Σύμφωνα με τα παραπάνω, η λειτουργία των νεφρών ασκεί καταλυτική επίδραση στη ρύθμιση του ισοζυγίου ύδατος και νατρίου. Και τα δύο υπόκεινται φυσιολογικά σε ποσοστό 90% ή και περισσότερο σε επαναπορρόφηση, όπου μάλιστα ο μεγαλύτερος όγκος της επαναρρόφησης τους (περίπου το 67%) γίνεται στο εγγύς εσπειραμένο σωληνάριο (7). Το νάτριο, από το εσωτερικό των κυττάρων του σωληναρίου με ενεργητική μεταφορά μέσω της αντλίας Na,K-ATPάσης και ταυτόχρονη δαπάνη ενέργειας, μεταφέρεται στο διάμεσο υγρό. Έτσι η συγκέντρωση νατρίου στο εσωτερικό των επιθηλιακών σωληναριακών κυττάρων είναι χαμηλότερη σε σχέση με αυτήν στον αυλό. Αυτό ευνοεί το μηχανισμό μεταφοράς νατρίου από τον αυλό στο εσωτερικό των κυττάρων. Ο μηχανισμός αυτός διαφέρει από τμήμα σε τμήμα κατά μήκος του σωληναρίου. Στο φλοιώδη αθροιστικό πόρο η μεταφορά αυτή πραγματοποιείται με διάχυση και ταυτόχρονη έκκριση καλίου. Στο εγγύς σωληνάριο γίνεται συμμεταφορά και άλλων ουσιών όπως γλυκόζη, αμινοξέα, φωσφορικά, διττανθρακικά, ενώ στο ανιών σκέλος της αγκύλης του Henle η επαναπορρόφηση του συνοδεύεται με ταυτόχρονη επαναπορρόφηση χλωρίου (7,8). Η επαναρρόφηση του νατρίου ελέγχεται και ορμονικά, καθώς η δράση της αλδοστερόνης ασκεί καταλυτική δράση. Αποτελεί ορμόνη του φλοιού των επινεφριδίων η οποία ελέγχεται από το σύστημα ρενίνης-αγγειοτενσίνης και δρα στο αθροιστικό σωληνάριο της φλοιώδους μοίρας. Όταν η διαίτα είναι φτωχή σε νάτριο, η έκκριση της είναι μεγάλη, ενώ όταν η διαίτα είναι πλούσια σε νάτριο, η έκκριση της είναι μικρή (7).

Η επαναρρόφηση του ύδατος γίνεται παθητικά με διάχυση ταυτόχρονα με την επαναρρόφηση του νατρίου. Κατά την μεταφορά του από τον αυλό του σωληναρίου

στο διάμεσο υγρό αυξάνεται η ωσμωμοριακότητα του διαμέσου, ενώ ταυτόχρονα μειώνεται στα υγρά του αυλού, οπότε και ευνοείται η παθητική διάχυση του νερού από τον αυλό προς το διάμεσο υγρό. Η επαναρρόφηση του νερού δεν είναι ίδια σε όλο το μήκος του σωληναρίου και εξαρτάται από τη διαπερατότητα του κάθε τμήματος αυτού. Έτσι στο εγγύς σωληνάριο και στο κατιόν σκέλος της αγκύλης του Henle η διαπερατότητα είναι πάντοτε πολύ μεγάλη ενώ στο αθροιστικό σωληνάριο ελέγχεται ορμονικά και μπορεί να είναι είτε υψηλή είτε χαμηλή. Η υπεύθυνη ορμόνη καλείται αντιδιουρητική (ADH), εκκρίνεται από την οπίσθια υπόφυση και προκαλεί αύξηση της διαπερατότητας του αθροιστικού σωληναρίου αυξάνοντας την επαναπορρόφηση του νερού (7).

Ένας άλλος ομοιοστατικός μηχανισμός του οργανισμού, που παίζει καθοριστικό ρόλο στη ρύθμιση του ισοζυγίου του ύδατος και του νατρίου ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια της άσκησης, είναι η εφίδρωση. Ο ιδρώτας περιλαμβάνει κυρίως τους ηλεκτρολύτες νάτριο και το χλώριο, των οποίων οι συγκεντρώσεις κυμαίνονται 20-80 mmol/l και 20-60 mmol/l αντίστοιχα. Η διακύμανση αυτή στις παραπάνω τιμές εξαρτάται από τις συνθήκες της άσκησης και τα ατομικά βιολογικά χαρακτηριστικά του κάθε αθλητή. Άλλα συστατικά σε μικρότερες όμως συγκεντρώσεις είναι το κάλιο, το ασβέστιο, το μαγνήσιο, τα φωσφορικά άλατα. Η εξάτμιση του ιδρώτα από την επιφάνεια του δέρματος αποτελεί έναν αποτελεσματικό μηχανισμό ελέγχου της θερμοκρασίας του σώματος. Για να εξατμιστεί 1 Kgr ιδρώτα απαιτούνται περίπου 620 Kcal. Κατά τη διάρκεια της άσκησης η απώλεια των υγρών μέσω του μηχανισμού της εφίδρωσης είναι πολύ μεγάλη και ισοδυναμεί με μείωση σωματικού βάρους κατά 2-5%. Όταν τα υγρά που χάνονται δεν αναπληρώνονται, ο κίνδυνος της αφυδάτωσης είναι ορατός. Είναι χαρακτηριστικό ότι μία μέση ημερήσια πρόσληψη υγρών της τάξης των 2,5 L μπορεί να αυξηθεί σε 12-15 L κατά τη διάρκεια έντονης παρατεταμένης άσκησης (9).

Όσο πιο αυξημένη είναι η υγρασία του περιβάλλοντος, τόσο ο ρυθμός εξάτμισης του ιδρώτα μειώνεται, και επομένως δυσχεραίνεται η ρύθμιση της θερμοκρασίας του σώματος, με κίνδυνο την υπερθερμία. Ο συνδυασμός της υπερθερμίας και της αφυδάτωσης επηρεάζουν αρνητικά την απόδοση των αθλητών (9).

Το είδος του υλικού ένδυσης δε φαίνεται να επηρεάζει το μηχανισμό θερμορύθμισης κατά τη διάρκεια της άσκησης, σύμφωνα με έρευνα που πραγματοποιήθηκε από τους Gavin et al (10). Τέλος οι άνδρες παράγουν μεγαλύτερες

ποσότητες ιδρώτα από τις γυναίκες, παρότι οι γυναίκες έχουν μεγαλύτερο αριθμό ιδρωτοποιών αδένων (6).

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΥΓΡΩΝ ΣΤΟΝ ΑΓΩΝΑ

Σε έναν αγώνα υπεραντοχής εκτός από την πόση νερού, γίνεται μεγάλη κατανάλωση αθλητικών ποτών (π.χ. Gatorade), χυμών φρούτων και αναψυκτικών τύπου Cola. Η λήψη τους ενυδατώνει τον οργανισμό, κάτι που είναι απαραίτητο για την αναπλήρωση των υγρών που χάνονται κατά τη διάρκεια της άσκησης και την καθυστέρηση της εκδήλωσης φαινομένων αφυδάτωσης.

Τα αθλητικά ποτά που καταναλώνονται κατά τη διάρκεια έντονης παρατεταμένης άσκησης είναι παρασκευάσματα πλούσια σε ενέργεια, ηλεκτρολύτες και απλούς υδατάνθρακες. Έτσι πέρα από την ενυδάτωση του οργανισμού, αποτελούν την ιδανικότερη πηγή ηλεκτρολυτών και υδατανθράκων. Χρησιμοποιούνται για την αναπλήρωση των ηλεκτρολυτών όταν η διάρκεια της άσκησης υπερβαίνει της 4-5 ώρες. Οι υδατάνθρακες που περιέχουν τα αθλητικά ποτά συνεισφέρουν στη διατήρηση της συγκέντρωσης της γλυκόζης του αίματος σε άσκηση που υπερβαίνει τη 1 ώρα. Η συγκέντρωση των υδατανθράκων δεν πρέπει να υπερβαίνει το 10%, διότι η υψηλή οσμωμοριακότητα του ποτού είναι δυνατόν να επιβαρύνει την αφυδάτωση (11). Η γλυκόζη αποτελεί την καλύτερη πηγή ενέργειας (12), διότι απαιτεί λιγότερο οξυγόνο για να οξειδωθεί σε σχέση με το λίπος ή την πρωτεΐνη.

Οι αθλητές που συμμετέχουν σε αγωνίσματα μεγάλης διάρκειας συνηθίζουν να πίνουν ισοτονικά ποτά περιεκτικότητας 6-8% σε υδατάνθρακες. Τα ισοτονικά ποτά έχουν οσμωμοριακότητα 270-330 mOsm/L, η οποία είναι όμοια με αυτήν του αίματος (280-330 mOsm/L). Τα υποτονικά ποτά έχουν μικρότερη περιεκτικότητα σε υδατάνθρακες και χρησιμοποιούνται για την αναπλήρωση των υγρών, ενώ παρέχουν μικρότερες ποσότητες υδατανθράκων και ενέργειας. Η κατανάλωση των υπέρτονων ποτών προτιμάται μετά το πέρας της άσκησης για την αναπλήρωση του μυϊκού γλυκογόνου ή όταν οι απαιτήσεις σε ενέργεια κατά τη διάρκεια της άσκησης είναι μεγάλες (12). Σύμφωνα με το Gatorade Sports Science Institute (13), ένα ιδανικό αθλητικό ποτό πρέπει να περιέχει μίγμα σουκρόζης, γλυκόζης και φρουκτόζης περιεκτικότητας 6%. Η συνολική ποσότητα του μίγματος των υδατανθράκων και του νατρίου να είναι 14 gr/240 ml και 100-110 mg/240 ml ποτού αντίστοιχα. Να έχει καλή γεύση και να μην περιέχει καφεΐνη ή διοξείδιο του άνθρακα.

Όσον αφορά τους χυμούς φρούτων, αραιώνονται ώστε η περιεκτικότητα τους σε υδατάνθρακες να είναι περίπου 6-9%. Η έλλειψη σε νάτριο διορθώνεται με την προσθήκη μικρής ποσότητας αλατιού. Τα αναψυκτικά τύπου Cola προτιμώνται επίσης από τους αθλητές ως συμπλήρωμα υδατανθράκων, έχουν ευχάριστη γεύση, μεγάλη διαθεσιμότητα, ενώ περιέχουν καφεΐνη και διοξείδιο του άνθρακα. Περαιτέρω όμως έρευνες χρειάζονται για να αποδειχθεί η εργογόνος δράσης τους (14).

ΥΠΟΝΑΤΡΑΙΜΙΑ ΚΑΙ ΑΓΩΝΙΣΜΑΤΑ ΥΠΕΡΑΝΤΟΧΗΣ

Είναι εύκολο να καταλάβει κάποιος ότι το φαινόμενο της υπονατραιμίας στα αγωνίσματα υπεραντοχής αποτελεί ένα τεράστιο κεφάλαιο και απαιτεί συνεχή μελέτη. Παρακάτω παραθέτονται μελέτες που αφορούν τα μέχρι σήμερα υπό συζήτηση σημεία γύρω από το θέμα αυτό.

Έρευνα από τους Speedy et al (15) διεξήχθη με στόχο τη συσχέτιση της συγκέντρωσης νατρίου του πλάσματος μετά το τέλος του αγώνα *Ironman Triathlon* και της αλλαγής του σωματικού βάρους που συμβαίνει κατά τη διάρκεια του. Σε 573 αθλητές μετρήθηκε το βάρος στην έναρξη και στο τέλος του αγώνα, ενώ σε 330 (292 άνδρες και 38 γυναίκες) από αυτούς έγινε μέτρηση της συγκέντρωσης του νατρίου του πλάσματος αφού ολοκληρώθηκε το αγώνισμα. Με βάση τα παραπάνω στοιχεία διαπιστώθηκε ελάττωση του βάρους στη συντριπτική πλειοψηφία (95%) των αθλητών κατά μία μέση τιμή της τάξης του 4,1%. Εικοσιεπτά αθλητές (5%) ωστόσο διατήρησαν ή αύξησαν το βάρος τους. Σύμφωνα με ανάλυση δείγματος αίματος σε 18 από τους 27 αυτούς αθλητές βρέθηκε ότι, 13 (72%) είχαν τιμές συγκέντρωσης νατρίου κάτω των φυσιολογικών ορίων (μέση τιμή νατρίου=129 mmol/L), ενώ σε 5 μόνο δείγματα βρέθηκε φυσιολογική τιμή συγκέντρωσης του. Ωστόσο 58 συνολικά αθλητές (17 γυναίκες και 41 άντρες), ήταν υπονατραιμικοί.

Στην ίδια έρευνα, διαπιστώθηκε επίσης μεγάλη συσχέτιση των επιπέδων νατρίου του πλάσματος τόσο με το σχετικό όσο και με το απόλυτο βάρος των αθλητών. Συγκεκριμένα, οι αθλητές οι οποίοι είχαν τη μικρότερη συγκέντρωση νατρίου, είτε είχαν κερδίσει βάρος, είτε είχαν τις μικρότερες απώλειες βάρους. Μάλιστα οι μεγαλύτερες απώλειες βάρους παρατηρήθηκαν στους περισσότερο αργούς αθλητές.

Ένα άλλο σημαντικό επίσης στοιχείο που προκύπτει από την έρευνα αυτή είναι ότι, η συγκέντρωση νατρίου του πλάσματος μετά το τέλος του αγώνα είχε ισχυρή γραμμική συσχέτιση με τον αιματοκρίτη. Για κάθε μονάδα αύξησης του αιματοκρίτη παρουσιάστηκε αντίστοιχη αύξηση 0,38 mmol/L στην τιμή της συγκέντρωσης νατρίου του πλάσματος. Υπήρχε επίσης αντιστρόφως ανάλογη συσχέτιση μεταξύ του αιματοκρίτη και της απώλειας βάρους.

Η ανάλυση έδειξε επίσης ότι, οι γυναίκες συμμετέχουσες στον αγώνα είχαν σημαντικά χαμηλότερες συγκεντρώσεις νατρίου σε σχέση με τις αντίστοιχες τιμές στους άντρες (134 ± 5 vs 137 ± 3 mmol/L). Χαρακτηριστικό είναι ότι 17 (45%) από τις

38 γυναίκες που τερμάτισαν, παρουσίασαν υπονατριαιμία, ενώ από τους 292 άνδρες που τερμάτισαν μόνο οι 41 (14%) ήταν υπονατριαιμικοί. Επίσης η απώλεια σχετικού ($-2,7 \pm 3,1$ vs $-4,3 \pm 2,3\%$) και απόλυτου βάρους ($-1,6 \pm 1,8$ vs $-3,0 \pm 1,5$ Kgr) ήταν σημαντικά μικρότερη στις γυναίκες απ' ό τι στους άντρες. Στο μικρότερο σωματικό βάρος των γυναικών οφείλονται πιθανώς οι μικρότερες απώλειες βάρους σε σχέση με τους άνδρες, γι' αυτό βρίσκονται σε μεγαλύτερο ρίσκο ανάπτυξης υπονατριαιμίας.

Στους 18 αθλητές που έγινε ανάλυση αίματος δεν βρέθηκαν αυξημένα επίπεδα της αντιδιουρητικής ορμόνης, καθώς επίσης δε φαίνεται να υπήρχε σχέση μεταξύ της συγκέντρωσης αλδοστερόνης και της συγκέντρωσης νατρίου του πλάσματος.

Σε εργαστηριακό πείραμα που επίσης έγινε από τους Speedy et al (16) και περιελάμβανε τη συμμετοχή 12 ατόμων, φαίνεται ότι το φαινόμενο της υπονατριαιμίας συμβαίνει κατά κύριο λόγο όταν ο ρυθμός απώλειας των υγρών είναι μικρότερος από τον ρυθμό απορρόφησης τους, με αποτέλεσμα να αυξάνεται ο όγκος του εξωκυττάριου υγρού και τελικά να μειώνεται η συγκέντρωση νατρίου που οδηγεί στο φαινόμενο αυτό που ταλαιπωρεί τους υπερμαραθωνοδρόμους. Στην ίδια έρευνα υποστηρίζεται επίσης ότι, κατά την διάρκεια της άσκησης είναι πιθανή η ανεπαρκής ή η καθυστερημένη διούρηση καθώς και ο υψηλότερος ρυθμός απώλειας νατρίου σε σχέση με τον φυσιολογικό. Οι δύο αυτές τελευταίες επισημάνσεις μπορούν να αποτελέσουν έναν εξίσου επιβαρυντικό παράγοντα ανάπτυξης υπονατριαιμίας. Άλλοι παράγοντες κινδύνου, σύμφωνα πάντα με την ίδια έρευνα, είναι ο αργός ρυθμός τρεξίματος και το φύλλο, καθώς στις γυναίκες ο κίνδυνος είναι μεγαλύτερος.

Για πολλά χρόνια επικρατούσε η άποψη ότι το νερό ή τα χαμηλής περιεκτικότητας σε γλυκόζη διαλύματα ($<2,5$ gr%) μπορούσαν να προκαλέσουν ταχύτερο ρυθμό γαστρικής κένωσης σε σύγκριση με τα υψηλότερης συγκέντρωσης υδατανθρακούχα ποτά (17). Όμως ένας αριθμός πρόσφατων ερευνών μαρτυράει ότι, τα υδατανθρακούχα διαλύματα υψηλότερης συγκέντρωσης δεν ασκούν αρνητική επίδραση στην θερμορυθμιστική και κυκλοφοριακή λειτουργία, αλλά αντιθέτως μπορούν να βελτιώσουν την αθλητική απόδοση κατά την διάρκεια της άσκησης, αυξάνοντας τη διαθέσιμη ποσότητα της γλυκόζης ως υπόστρωμα προς οξείδωση (18).

Εργαστηριακό πείραμα από τους Millard-Stafford M. et al (17) κατά το οποίο αναπαράχθηκε η προσπάθεια του τριάθλου με τη συμμετοχή 10 αθλητών φαίνεται να επιβεβαιώνει την παραπάνω πρόταση. Συγκεκριμένα, οι συμμετέχοντες υποβλήθηκαν σε δύο δοκιμασίες, όπου στη μία η αναπλήρωση των υγρών έγινε με κατανάλωση αθλητικού ποτού 7% σε υδατάνθρακες (CE), που περιείχε 5% πολυμερή γλυκόζης,

2% φρουκτόζη καθώς και ηλεκτρολύτες, ενώ στην άλλη η αναπλήρωση έγινε με την κατανάλωση νερού(P). Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων της έρευνας, φαίνεται να μην υπάρχουν σημαντικές διαφορές στην μέση απώλεια βάρους και στην αλλαγή της συγκέντρωσης του νατρίου των αθλητών στις δύο δοκιμασίες. Παρατηρήθηκε επίσης ότι στο τρέξιμο και την ποδηλασία, τα επίπεδα της γλυκόζης ήταν σημαντικά αυξημένα στους CE σε σχέση με τους P. Δεν παρατηρήθηκε όμως σημαντική επίδραση του CE παρασκευάσματος στον συνολικό χρόνο επίδοσης.

Το συμπέρασμα που εξάγεται από μία άλλη έρευνα (19) σχετικά με την επίδραση της οσμωμοριακότητας στο ρυθμό γαστρικής κένωσης είναι ότι, δεν υπήρχε σημαντική διαφορά στο ρυθμό γαστρικής κένωσης όταν δοκιμάστηκαν αθλητικά ποτά ίσης περιεκτικότητας σε υδατάνθρακα, αλλά διαφορετικής οσμωμοριακότητας, ένα συμπέρασμα που έρχεται σε αντιδιαστολή με άλλες προηγούμενες έρευνες (20) σύμφωνα με τις οποίες, ο ρυθμός της γαστρικής κένωσης ευνοείται όταν το διάλυμα που καταναλώνεται κατά τη διάρκεια του αγώνα είναι υποτονικό ή ισοτονικό, ενώ το αντίθετο ισχύει όταν το διάλυμα είναι υπερτονικό.

Τέλος, διαφορούμενες είναι οι απόψεις σχετικά με την επίδραση του είδους των περιεχόμενων υδατανθράκων των αθλητικών ποτών στο ρυθμό γαστρικής κένωσης. Σύμφωνα με μελέτη των Xiaocai S. et al (20) διαπιστώθηκε ότι, δεν επηρεάστηκε ο ρυθμός γαστρικής κένωσης από το είδος και το πλήθος των περιεχόμενων υδατανθράκων, ενώ με έρευνα των Brouns et al (21) ισοτονικά αθλητικά ποτά που διέφεραν όμως στο είδος του περιεχόμενου υδατάνθρακα επέδρασαν διαφορετικά στο χρόνο γαστρικής κένωσης.

Από όλες τις παραπάνω έρευνες εξάγεται το συμπέρασμα ότι, το φαινόμενο της υπονατριαιμίας, που συμβαίνει κατ' εξοχήν σε αθλητές αγωνισμάτων πολύ μεγάλης και παρατεταμένης διάρκειας, οφείλεται κατά κύριο λόγο στην «υπερφόρτωση» του οργανισμού από υγρά, εξαιτίας της αυξημένης κατανάλωσης τους κατά τη διάρκεια της άσκησης. Φαίνεται επίσης ότι, οι απόψεις διχάζονται σχετικά με την επιρροή της οσμωμοριακότητας και του είδους των υδατανθράκων των διαλυμάτων στη γαστρική κένωση και επομένως στην ενυδάτωση του οργανισμού κατά τη διάρκεια της άσκησης. Τέλος, τα διαλύματα που περιέχουν ηλεκτρολύτες, σύμφωνα πάντα με τις ίδιες έρευνες, καθυστερούν τον ρυθμό μείωσης της συγκέντρωσης του νατρίου στο πλάσμα και επομένως βοηθούν τους αθλητές στην υπερπροσπάθεια τους αυτή, μειώνοντας τον κίνδυνο του φαινομένου της υπονατριαιμίας.

ΣΚΟΠΟΙ ΤΗΣ ΠΑΡΟΥΣΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Σκοπός της παρούσης μελέτης ήταν να μελετηθεί το φαινόμενο της υπονατριαιμίας σε μια ομάδα αθλητών υπεραντοχής, τους δρομείς του Σπάρταθλον 2001. συγκεκριμένα η μελέτη στόχευε στα συγκεκριμένα:

- Προσδιορισμός των επιπέδων νατρίου του πλάσματος των αθλητών πριν και μετά τον αγώνα
- Μελέτη της συσχέτισης του φαινομένου της υπονατριαιμίας με την αλλαγή του σωματικού βάρους κατά τη διάρκεια του αγώνα
- Μελέτη της επίδρασης της αλλαγής του σωματικού βάρους και της συγκέντρωσης νατρίου στην επίδοση των αθλητών

2. ΧΡΗΣΙΜΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΓΙΑ ΤΟ ΣΠΑΡΤΑΘΛΟΝ

ΟΙ ΡΙΖΕΣ ΤΟΥ ΑΓΩΝΙΣΜΑΤΟΣ

Όλα αρχίζουν με την αναφορά του Ηροδότου, ενός από τους μεγαλύτερους ιστορικούς της αρχαιότητας, στη μάχη του Μαραθώνα το 490 Π.Χ., την περιφημότερη μάχη στην παγκόσμια ιστορία. Στην αναφορά του περιγράφεται το κατόρθωμα του στρατηγού των Αθηναίων Μιλτιάδη και των οπλιτών του, να τρέψει σε φυγή τον πολυάριθμο και πανίσχυρο Περσικό στρατό, αποτρέποντας έτσι την κυριαρχία του στον ελλαδικό και κατ' επέκταση και στον υπόλοιπο ευρωπαϊκό χώρο. Οι συνέπειες της νίκης των ελλήνων στο Μαραθώνα ήταν πολύ σημαντικές για ολόκληρη την Ευρώπη. Ουσιαστικά αποφεύχθηκε η επικράτηση του «ασιατισμού» στον ευρωπαϊκό χώρο.

Στην αναφορά του περιγράφει το υπεράνθρωπο κατόρθωμα του Φειδιππίδη, ενός αγγελιοφόρου των αθηναίων, ο οποίος ξεκινώντας από την Αθήνα, έφτασε τρέχοντας στη Σπάρτη για να ζητήσει τη βοήθεια των Λακεδαιμονίων. Η Σπάρτη ήταν τότε μία από τις μεγαλύτερες δυνάμεις στην Ελλάδα και μεγάλη ανταγωνίστρια της Αθήνας. Σύμφωνα πάντα με τις ίδιες πηγές, ο Φειδιππίδης έφτασε την επόμενη της αναχώρησης του, καλύπτοντας απόσταση 250 χιλιομέτρων περίπου. Το μήνυμα που μετέφερε στους σπαρτιάτες ήταν ενωτικό και τους καλούσε να πολεμήσουν στο πλευρό των Αθηναίων για την αντιμετώπιση του κοινού κινδύνου.



Εικ. 1: Ο λογότυπος του Σπάρταθλον

Ο ΜΥΘΟΣ ΓΙΝΕΤΑΙ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ

Δυόμισι χιλιάδες χρόνια μετά την ιστορική αυτή μάχη του Μαραθώνα γεννιέται στην Ελλάδα ένα γεγονός άρρηκτα συνδεδεμένο μαζί της. Πρόκειται για το ΣΠΑΡΤΑΘΛΟΝ, ένα αγώνισμα του οποίου εμπνευστής είναι ένας σμήναρχος της πολεμικής αγγλικής αεροπορίας (RAF), ο John Foden. Ως μελετητής της αρχαίας

ελληνικής ιστορίας και διαβάζοντας τον Ηρόδοτο, αναρωτήθηκε αν όντως είναι δυνατό να καλυφθεί από τον άνθρωπο η απόσταση των 250 χιλιομέτρων που χωρίζει την Αθήνα από τη Σπάρτη σε δύο μέρες. Έτσι ως δρομέας και ο ίδιος έφτασε στην Ελλάδα μαζί με άλλους τέσσερις δρομείς-συναδέλφους του το φθινόπωρο του 1982 με σκοπό να τρέξουν αυτή την απόσταση και να διαπιστώσουν κατά πόσο είναι δυνατόν να γίνει το όραμα πραγματικότητα. Η διαδρομή που ακολούθησαν ήταν η πλησιέστερη αυτής που περιγράφεται από τον Ηρόδοτο. Ο John Foden κατόρθωσε να φτάσει μέσα σε 36 ώρες μπροστά από το άγαλμα του Λεωνίδα στη Σπάρτη, αποδεικνύοντας ότι είναι δυνατό να καλυφθεί αυτή η απόσταση από τον άνθρωπο.



Εικ. 2: Σημείο της διαδρομής του Σπάρταθλον

Ο John Foden με την επιτυχία του αυτή άρχισε να οραματίζεται ένα αγώνισμα, το οποίο θα ήταν στενά συνδεδεμένο με την ιδέα του ολυμπισμού και θα συμμετείχαν δρομείς από όλο τον κόσμο. Η ιδέα του αυτή είχε μεγάλη απήχηση και έτσι την επόμενη κιόλας χρονιά διοργανώνεται ο πρώτος αγώνας Σπάρταθλον με τη συμμετοχή 45 αθλητών από διάφορες χώρες και την Ελλάδα.

Το 1984 ιδρύεται ο ΔΙΕΘΝΗΣ ΣΥΝΔΕΣΜΟΣ ΣΠΑΡΤΑΘΛΟΝ, ένας σύνδεσμος ανιδιοτελής, μη κερδοσκοπικός, με λίγους πόρους από συνδρομές κυρίως των μελών του και κάποιες χορηγίες για την κάλυψη των αναγκών διατροφής των δρομέων. Από τότε διοργανώνεται ο μυθικός αυτός αγώνας κάθε χρόνο την τελευταία Παρασκευή του Σεπτεμβρίου, τότε δηλαδή που τοποθετεί χρονολογικά ο Ηρόδοτος την αποστολή του Φειδιππίδη στη Σπάρτη.

Αξίζει να σημειωθεί ότι η προετοιμασία του αγώνα είναι πολύ δύσκολη, καθώς οι ευθύνες είναι τεράστιες απέναντι στους αθλητές που τιμούν με την παρουσία τους την ιδέα αυτή. Τα πάντα πρέπει να είναι άρτια οργανωμένα και γι' αυτό απαιτείται η συμμετοχή πολύ μεγάλου αριθμού έμπυχου δυναμικού, το οποίο αποτελείται από εθελοντές που στελεχών τους 75 σταθμούς ανεφοδιασμού κατά μήκος της διαδρομής. Οι εθελοντές παραμένουν άγρυπνοι για 36 ώρες προσφέροντας την πολύτιμη βοήθεια τους στους δοκιμαζόμενους υπεραθλητές. Είναι απαραίτητη η παρουσία κινητών ιατρικών μονάδων άμεσης επέμβασης για την πλήρη ασφάλεια των αθλητών και την αντιμετώπιση οποιουδήποτε περιστατικού.



Εικ. 3: Σταθμός ανεφοδιασμού κατά τη διάρκεια του αγώνα

Η διαδρομή που ακολουθούν οι υπερμαραθωνοδρόμοι είναι εξαιρετικά δύσκολη. Πολλά είναι τα δύσβατα μονοπάτια και οι χωματόδρομοι με νερά και λάσπες αν βρέχει. Οι αθλητές σκαρφαλώνουν πλαγιές λόφων και διασχίζουν αμπέλια και ελαιώνες. Το πλέον δύσκολο σημείο θεωρείται το Παρθένιο όρος (1200 μ.), περνώντας μέσα βράχια και θάμνους στο σκοτάδι και σε ακραία θερμοκρασία που κυμαίνεται στους 4-5° C. Η δυσκολία της διαδρομής δε σταματάει εδώ, καθώς εξαντλητικές και ατελείωτες είναι οι ανηφορικές στροφές πριν τη Σπάρτη, εκεί που και οι πιο ακμαίοι αθλητές αρχίζουν να έχουν παραισθήσεις ενώ σέρνουν με δυσκολία τα βήματα τους. Αξίζει να ειπωθεί ότι το επίπεδο της δυσκολίας του αγώνα αυξάνεται, διότι υπάρχουν χρονικοί περιορισμοί στη διέλευση των αθλητών από τους σταθμούς ανεφοδιασμού, ενώ θα πρέπει να έχουν τερματίσει σε χρόνο λιγότερο από

36 ώρες. Επομένως, πρωταρχικός στόχος ενός αθλητή που συμμετέχει σε αυτό το αγώνισμα είναι ο τερματισμός μέσα στο χρονικό πλαίσιο των 36 ωρών. Αυτοί που έχουν επιτύχει αυτό το μεγαλειώδες κατόρθωμα λένε ότι, δεν υπάρχουν λόγια να περιγράψουν τα συναισθήματα τους.



Εικ. 4: Ο νικητής του Σπάρταθλον 2001

Το Σπάρταθλον γεννήθηκε στο λίκνο του Ολυμπιακού πνεύματος αποστρεφόμενο τη σύγχρονη τάση για εμπορευματοποίηση του αθλητικού ιδεώδους, γι' αυτό η ανταμοιβή γι' αυτούς που κατορθώνουν να φτάσουν μπροστά στο άγαλμα του Λεωνίδα δεν είναι υλική, παρά μόνο ένα στεφάνι ελιάς και λίγο νερό από τα χέρια μίας νεαρής Σπαρτιάτισσας.

3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Η παρούσα μελέτη περιλαμβάνει 140 άνδρες αθλητές, οι οποίοι συμμετείχαν στο αγώνισμα ΣΠΑΡΤΑΘΛΟΝ '01. Το δείγμα αυτό αντιπροσωπεύει το 56,4% του συνόλου των αθλητών ($n=248$). Τερμάτισαν 82 (33,1%) από τους 248 δρομείς που έλαβαν μέρος στον αγώνα.

Ερωτηματολόγια (Παράρτημα 1)

Η παρούσα μελέτη περιελάμβανε την αξιολόγηση πληροφοριών από ερωτηματολόγια που δόθηκαν στους δρομείς προς συμπλήρωση, τόσο πριν όσο και μετά τον αγώνα. Τα ερωτηματολόγια μεταφράστηκαν σε πέντε γλώσσες, Αγγλικά, Γαλλικά, Γερμανικά, Ισπανικά και Γιαπωνέζικα. Το πρώτο ερωτηματολόγιο συμπληρώθηκε από όλους τους συμμετέχοντες, ενώ το δεύτερο συμπληρώθηκε μόνο από αυτούς που κατάφεραν να τερματίσουν. Στην έρευνα αυτή αξιολογήθηκαν 86 ερωτηματολόγια πριν και 56 μετά τον αγώνα. Οι πληροφορίες που λήφθηκαν υπ' όψη για τους σκοπούς της έρευνας αφορούσαν την ποσότητα και το είδος των υγρών που κατανάλωσαν κατά τη διάρκεια του αγώνα, την εμφάνιση γαστρεντερικών προβλημάτων (ναυτία, διάρροια) στον αγώνα και την ανοχή των αθλητών στις υψηλές θερμοκρασίες. Τα στοιχεία κωδικοποιήθηκαν για τη στατιστική επεξεργασία τους με το αντίστοιχο στατιστικό πρόγραμμα.

Ανθρωπομετρικές μετρήσεις

Οι ανθρωπομετρικές μετρήσεις που απασχολούν την έρευνα είναι το ύψος (m), το βάρος (Kgr) πριν και μετά τον αγώνα (στους τερματίσαντες), ο δείκτης μάζας σώματος (ΔΜΣ) και ο λόγος περιφέρειας μέσης-γλουτών (W/H). Τα βάρη και το ύψος μετρήθηκαν με στρογγυλοποιήσεις στα πλησιέστερα 0,1 Kgr και 0,1 cm αντίστοιχα. Το βάρος μετρήθηκε σε 108 αθλητές στην Αθήνα και σε 45 στη Σπάρτη (πίνακας 1). Οι περιφέρειες μέσης και γλουτών μετρήθηκαν με ακρίβεια 0,5 cm, ενώ ο W/H υπολογίσθηκε με τη διαίρεση αυτών. Ο ΔΜΣ υπολογίσθηκε από το λόγο $\text{βάρος}/\text{ύψος}^2$, ενώ η μεταβολή του βάρους από τη διαφορά των βαρών μετά και πριν τον αγώνα. Η επί τοις εκατό μεταβολή του βάρους εκφράζει τη μεταβολή ως προς το αρχικό βάρος.

Αιμοληψίες και ανάλυση δειγμάτων αίματος

Οι συμμετέχοντες υποβλήθηκαν σε δύο αιμοληψίες. Η πρώτη πραγματοποιήθηκε στην Αθήνα την προηγούμενη μέρα του αγώνα σε καθιστή θέση. Η δεύτερη έγινε 30 λεπτά μετά τη μεταφορά των τερματίσαντων στο νοσοκομείο της Σπάρτης. Στην παρούσα μελέτη αξιολογούνται 100 δείγματα της πρώτης μέτρησης και 56 της δεύτερης (πίνακας 1).

Ο προσδιορισμός των συγκεντρώσεων νατρίου στα δείγματα αίματος έγινε με τον αναλυτή EKTACHEM DT60. Τα δείγματα διατηρήθηκαν σε ψυγείο σε χαμηλή θερμοκρασία. Για να χρησιμοποιηθούν στον αναλυτή παρέμειναν σε θερμοκρασία δωματίου για 15 min περίπου. Ποσότητα δείγματος μεταφέρθηκε στη μεγάλη λεκάνη του διπλού CUPS (μίας χρήσης) της μονάδας DTE, ενώ στη μικρή λεκάνη ελευθερώθηκαν 3-4 σταγόνες υγρού αναφοράς ηλεκτρολύτη KODAK EKTACHEM DT από σταγονομετρικό φιαλίδιο των 10 ml. Αυτό είναι χρωματισμένο, έτσι ώστε να εκτιμάται η ποσότητα του. Στην ετικέτα του φιαλιδίου βρίσκεται γραμμένο το νούμερο γενεάς, το νούμερο παρτίδας παραλαβής και η ημερομηνία λήξης.

Στη συνέχεια το slide EKTACHEM DT τοποθετήθηκε στο χώρο μέτρησης της μονάδας και με τη βοήθεια του προωθητικού μοχλού εισήχθη στο χώρο προσθήκης του δείγματος, ενώ ταυτόχρονα αναγνωρίστηκε από τον αναλυτή. Με την πιπέτα EKTACHEM DTE η οποία είναι διπλή πραγματοποιήθηκε αναρρόφηση 10 μ L από το δείγμα του πλάσματος και το υγρό αναφοράς. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκαν ειδικά σχεδιασμένα tips τα οποία είναι μίας χρήσης. Η ποσότητα που αναρροφήθηκε από την πιπέτα μεταφέρθηκε πάνω στο slide, ενεργοποιώντας ταυτόχρονα το σύστημα μέτρησης. Ακολούθησε επώαση του slide και μετά από χρονικό διάστημα 2 min υπολογίστηκε η συγκέντρωση του νατρίου στο δείγμα όπου και εκτυπώθηκε από τον αναλυτή.

Στατιστική επεξεργασία

Η στατιστική επεξεργασία των ανθρωπομετρικών στοιχείων και της συγκέντρωσης των ηλεκτρολυτών περιλαμβάνει τον υπολογισμό του μέσου και της τυπικής απόκλισης. Η διερεύνηση συσχετίσεων μεταξύ των στοιχείων γίνεται με τη μέθοδο της απλής παλινδρόμησης. Επίσης, πραγματοποιούνται έλεγχοι υποθέσεων (Student's t-test) μεταξύ τερματίσαντων και μη. Επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας ορίζεται η τιμή $p=0,05$. Το πρόγραμμα που χρησιμοποιείται για τη στατιστική επεξεργασία είναι το SPSS 10.0 for Windows.

4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Ανθρωπομετρικά στοιχεία και επίπεδα ηλεκτρολυτών

Η ηλικία των δρομέων ήταν 44 ± 9 έτη. Πριν την έναρξη του αγώνα ζυγίστηκαν $68,3 \pm 8,7$ κιλά, ενώ το ύψος τους μετρήθηκε $172,5 \pm 6,9$ cm. Ο δείκτης μάζας σώματος τους (ΔΜΣ) ήταν $22,9 \pm 2,2$ Kgr/m² και ο λόγος περιφέρειας μέσης-γλουτών υπολογίσθηκε $0,85 \pm 0,05$. Τα στοιχεία αυτά παρουσιάζονται συγκεντρωτικά στον πίνακα 2. Από ανάλυση που έγινε σε δείγματα πλάσματος 102 δρομέων, η συγκέντρωση Νατρίου πριν τον αγώνα ήταν 141 ± 5 mmol/L (εύρος τιμών 127-152 mmol/L). Στο *διάγραμμα 1* είναι αντιληπτό ότι η πλειοψηφία των δρομέων (82%) έχει τιμές συγκέντρωσης νατρίου μεταξύ 135-145 mmol/L.

Για τους αθλητές που τελείωσαν τον αγώνα η μείωση βάρους που παρατηρήθηκε ήταν $-2,0 \pm 1,8$ κιλά, ενώ η επί τοις εκατό μεταβολή του βάρους ήταν $-3,0 \pm 2,7$. Στο *διάγραμμα 2* φαίνεται αναλυτικά η κατανομή της επί τοις εκατό μεταβολής του και είναι αντιληπτό το μεγάλο εύρος τιμών της (-8,4 έως 3,5%). Φαίνεται ότι το 75,6% των αθλητών είχε μείωση του σχετικού βάρους του κατά 0,3-5,5 %. Μετά τον αγώνα η συγκέντρωση νατρίου ήταν 135 ± 6 mmol/L, με εύρος τιμών από 115-148 mmol/L. Ανάμεσα στους τερματίσαντες, 47 αθλητές (83,9%) είχαν τιμή από >130 mmol/L, ενώ 9 δρομείς (16,1%) είχαν <130 mmol/L (*διάγραμμα 3*). Σύμφωνα με το *διαγράμματα 4*, σε όλους τους αθλητές, εκτός από έναν, τα επίπεδα νατρίου μειώθηκαν στον αγώνα κατά -8 ± 6 mmol/L. Στον *πίνακα 3* φαίνονται αναλυτικά τα παραπάνω στοιχεία.

Στοιχεία για τη μεταβολή του βάρους, ήταν διαθέσιμα για 25 άτομα με φυσιολογικές τιμές νατρίου και για 8 υπονατριαιμικούς. Η μέση επί τοις εκατό μεταβολή του βάρους τους ήταν $-3,5 \pm 2,1\%$ και $-0,7 \pm 2,9\%$ αντίστοιχα, ενώ η διαφορά ήταν στατιστικά σημαντική ($p=0,005$). Η μείωση της συγκέντρωσης νατρίου στους υπονατριαιμικούς ήταν 15 ± 5 mmol/L, ενώ στους «υγιείς» αθλητές 6 ± 4 mmol/L (στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση, $p<0,001$). Τα στοιχεία αυτά παρουσιάζονται στον *πίνακα 4*. Ενδιαφέρον είναι ότι σε 3 από τους υπονατριαιμικούς (37,5%) το βάρος αυξήθηκε, ενώ σε 5 (62,5%) μειώθηκε. Αντίθετα, από το σύνολο των ατόμων με φυσιολογικά επίπεδα νατρίου, το 92% είχε μείωση βάρους και μόλις στο 8% αυξήθηκε (*διάγραμμα 5*). Ενδιαφέρουσα είναι η αρνητική συσχέτιση μεταξύ της επί τοις εκατό μεταβολής του βάρους με τη συγκέντρωση νατρίου μετά το τέλος του αγώνα ($R^2 = 0,213$, $p<0,01$). Στο *διάγραμμα 6* φαίνεται ακριβέστερα η παραπάνω

συσχέτιση, όπου είναι σαφές ότι όσο μεγαλύτερη απώλεια βάρους είχαν οι δρομείς, τόσο υψηλότερη ήταν η συγκέντρωση νατρίου του πλάσματος τους. Συγκεκριμένα, άτομα με απώλεια βάρους $>4\%$ είχαν συγκέντρωση νατρίου >130 mmol/L, με εξαίρεση έναν μόνο αθλητή που ήταν υπονατριαιμικός. Αντίθετα από τους 5 αθλητές που αυξήθηκε το βάρος, οι 3 έπασχαν από υπονατριαιμία (60%). Υπήρξε επίσης θετική συσχέτιση των συγκεντρώσεων νατρίου πριν και μετά τον αγώνα ($R^2=0,159$, $p<0,05$) (Διάγραμμα 7). Η ηλικία δε συσχετίστηκε με τα επίπεδα νατρίου ($p=0,6$).

Επίδοση στον αγώνα

Οι τερματίσαντες ήταν 78 (55,7%), ενώ οι μη τερματίσαντες 62 (44,3%). Οι χρόνοι τερματισμού των δρομέων παρουσιάζονται στο παράρτημα 2. Η σύγκριση της ηλικίας στους δύο υποπληθυσμών έδειξε ότι οι πρώτοι ήταν νεότεροι από τους μη τερματίσαντες (42 ± 9 έτη και 46 ± 10 έτη αντίστοιχα, $p<0,05$). Η αρχική συγκέντρωση νατρίου δε διέφερε σημαντικά μεταξύ τους (140 ± 4 mmol/L και 141 ± 6 mmol/L αντίστοιχα, $p=0,3$). Από τα 6 άτομα, με αρχικά επίπεδα νατρίου <135 mmol/L, τερμάτισαν τα μισά. Στους μη τερματίσαντες συμπεριλαμβανόταν ένας αθλητής με τιμή 127 mmol/L.

Οι δρομείς του Σπάρταθλον '01 που τερμάτισαν τον αγώνα κάλυψαν την απόσταση σε $33,1\pm 3,0$ ώρες. Στο διάγραμμα 8 απεικονίζεται η κατανομή του χρόνου τερματισμού τους, από την οποία διαπιστώνεται ότι, οι περισσότεροι αθλητές τερμάτισαν οριακά μέσα στα χρονικά επιτρεπόμενα όρια, ενώ λιγότεροι ήταν αυτοί που τερμάτισαν σε μικρότερους χρόνους ήταν πολύ λιγότεροι. Χαρακτηριστικό είναι ότι οι χρόνοι τερματισμού του 60% των αθλητών κυμαίνονταν από 33,5 έως 36 ώρες, σε αντίθεση με το 16% αυτών (12 αθλητές) που κάλυψε την απόσταση σε λιγότερο από 30 ώρες. Το 24% κάλυψε την απόσταση σε 30-33,5 ώρες. Η ηλικία των δρομέων συσχετίστηκε θετικά με το χρόνο τερματισμού τους ($R^2=0,109$ και $p<0,05$). Στο διάγραμμα 9 φαίνεται η τάση μείωσης της επίδοσης (μεγαλύτερος χρόνος τερματισμού) κατά την αύξηση της ηλικίας. Η επί τοις εκατό μεταβολή του βάρους δεν συσχετίστηκε με το χρόνο τερματισμού των αθλητών ($p=0,6$). Επίσης δε βρέθηκε καμία επίδραση της τελικής συγκέντρωσης νατρίου στην επίδοση τους στον αγώνα ($p=0,8$). Κανένας από τους υπονατριαιμικούς αθλητές δεν τερμάτισε σε λιγότερο από 30 ώρες. Οι χρόνοι τερματισμού τους κυμαινόταν από 30,5 έως 35,9 ώρες.

Άλλα στοιχεία για τους δρομείς και τον αγώνα

Η ποσότητα των υγρών που κατανάλωσαν 33 από αυτούς κατά τη διάρκεια του αγώνα ήταν από 10 έως 50 λίτρα. 14 αθλητές (42,5%) κατανάλωσαν μέχρι 20 λίτρα. Επίσης, 8 δρομείς (24,2%) ήπιαν από 22 έως 30 λίτρα, ενώ οι υπόλοιποι 11 δρομείς (33,3%) 30 έως 50 λίτρα. Ακραίες περιπτώσεις αποτέλεσαν 6 δρομείς, οι οποίοι κατανάλωσαν μόλις 10-12 λίτρα, σε αντίθεση με 3 άλλους που ήπιαν γύρω στα 50 λίτρα. Οι παραπάνω τιμές βασίζονται στις προσωπικές εκτιμήσεις των αθλητών, επομένως ενδέχεται να υπάρχουν αποκλίσεις από την ακριβή ποσότητα υγρών που κατανάλωσαν.

Οι απαντήσεις που δόθηκαν από 86 δρομείς στο ερώτημα, «ποιο ποτό προτιμάτε να χρησιμοποιείται στον αγώνα», δείχνουν ότι οι περισσότεροι (ποσοστό 32,5%) προτιμούσαν να πίνουν ισοτονικά ποτά (Gatorade, Isostar). Μεγάλη προτίμηση είχαν επίσης τα αναψυκτικά τύπου Cola (27,9% των δρομέων) και το νερό (22% των δρομέων), ενώ το 10,5% αυτών είχε προτίμηση στη χρήση χυμών. Ένα ακόμα μικρότερο ποσοστό της τάξης του 7,1% απάντησε ότι αρεσκόταν να καταναλώνει υγρά που δεν ανήκαν σε μία από τις παραπάνω ομάδες (άλλο). Τα υγρά αυτά περιελάμβαναν γάλα, νερό με ελαφρά διήθηση ηλεκτρολύτη, μύρρα ή τσάι.

Στους αθλητές που τερμάτισαν, ζητήθηκε να αναφέρουν τι είδος υγρά χρησιμοποίησαν κατά τη διάρκεια του αγώνα. Από τις απαντήσεις τους φαίνεται ότι, το νερό είχε τη μεγαλύτερη προτίμηση, αφού 54 από τους 56 αθλητές (96,4% των αθλητών) δήλωσαν ότι ήπιαν νερό. Τα αναψυκτικά τύπου Cola και οι χυμοί καταναλώθηκαν από το 87,5% και 84% των αθλητών αντίστοιχα. Τα ισοτονικά ποτά προτιμήθηκαν από 73,2% των αθλητών, ενώ τα υγρά που ανήκαν στην κατηγορία «άλλο» χρησιμοποιήθηκαν από το 39,3% των δρομέων. Τα παραπάνω στοιχεία παρουσιάζονται στον *πίνακα 5*.

Η χρήση ισοτονικού ποτού βοήθησε τους αθλητές να τερματίσουν γρηγορότερα. Σε 8, από το σύνολο των 12 αθλητών που τερμάτισαν σε λιγότερο από 30 ώρες, υπήρχαν στοιχεία σχετικά με το αν κατανάλωσαν ισοτονικό ποτό και φαίνεται ότι οι 6 από αυτούς το προτίμησαν. Η χρήση τους όμως δεν επηρέασε την απώλεια νατρίου στον αγώνα. Κατά τη σύγκριση μεταξύ των αθλητών που τα προτίμησαν και εκείνων που δεν τα κατανάλωσαν δεν υπήρχε σημαντική διαφορά (*πίνακας 6*).

Στην ερώτηση που τους έγινε «πόσο καλά ανέχεστε την άσκηση σε υψηλές θερμοκρασίες» το 43% απάντησε «πολύ καλά», το 51,6% έδωσε την απάντηση «μέτρια», ενώ μόλις το 5,4% δεν ανεχόταν καθόλου την υψηλή θερμοκρασία.

Τέλος, οι αθλητές που τερμάτισαν τον αγώνα ρωτήθηκαν αν είχαν συμπτώματα ναυτίας ή διάρροιας. Σύμφωνα με τα στοιχεία που συγκεντρώθηκαν από 56 δρομείς διαπιστώθηκε ότι, οι 27 από αυτούς (ποσοστό 48,2%) έπασχαν από ναυτία, ενώ 29 αθλητές (ποσοστό 51,8%) δεν είχαν το σύμπτωμα. Τα άτομα που έπασχαν από ναυτία είχαν μέση συγκέντρωση νατρίου 135 mmol/L, ενώ οι τιμές αυτές στους «υγιείς» ήταν 134 mmol/L. Επίσης, η επί τοις εκατό μεταβολή του βάρους τους ήταν $-2,1 \pm 2,5\%$ και $-3,3 \pm 2,3\%$ αντίστοιχα. Το ποσοστό των αθλητών που ταλαιπωρήθηκαν από διάρροια ήταν ελάχιστοι (8,9% των δρομέων), σε αντίθεση με το 91,1% αυτών που δεν εμφάνισαν το σύμπτωμα (πίνακας 7).

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ισοζύγιο Νερού και Νατρίου

Η μελέτη των αποτελεσμάτων της παρούσης έρευνας δείχνει ότι, υπήρχαν σημαντικές μεταβολές στο σωματικό βάρος των αθλητών. Στη συντριπτική πλειοψηφία των αθλητών το βάρος μειώθηκε, κάτι που οφείλεται στην απώλεια λιπώδους ιστού, στην διάσπαση του γλυκογόνου προς γλυκόζη για την παραγωγή ενέργειας και φυσικά στην απώλεια νερού (κυρίως μέσω της εφίδρωσης) (23). Δεχόμαστε κατά προσέγγιση ότι, η επί τοις εκατό μείωση του βάρους οφείλεται κατά κύριο λόγο στην απώλεια νερού και επομένως εκφράζει την επί τοις εκατό αφυδάτωση που συμβαίνει στους αθλητές κατά τη διάρκεια του αγωνίσματος.

Τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τη συσχέτιση των επιπέδων νατρίου με τη μεταβολή του βάρους των δρομέων, χρησιμοποιώντας τη μέθοδο της απλής παλινδρόμησης, δείχνουν μία αντιστρόφως ανάλογη σχέση μεταξύ τους. Επομένως, δρομείς με μεγαλύτερη απώλεια βάρους, άρα και μεγαλύτερη αφυδάτωση διατρέχουν μικρότερο κίνδυνο να εμφανίσουν συμπτώματα υπονατριαιμίας. Αντίθετα, αθλητές που διατηρούν ή αυξάνουν το βάρος τους στον αγώνα έχουν περισσότερες πιθανότητες εκδήλωσης του φαινομένου. Οι υπονατριαιμικοί ήταν λιγότεροι από τους αθλητές με φυσιολογικές τιμές συγκέντρωσης νατρίου, γιατί όπως προαναφέρθηκε το ποσοστό των αθλητών που έπασχαν από αφυδάτωση ήταν σημαντικά μεγαλύτερο συγκρινόμενο με το ποσοστό των δρομέων που δεν παρουσίασαν απώλειες βάρους. Μία σύντομη βιβλιογραφική ανασκόπηση στις υπάρχουσες έρευνες σχετικά με το θέμα αυτό, επιβεβαιώνει το παραπάνω εύρημα. Η ερευνητική ομάδα των Speedy et al διαπίστωσε ότι, οι αθλητές που συμμετείχαν στο αγώνισμα του Triathlon είχαν μικρότερες συγκεντρώσεις νατρίου όταν δεν έχαναν βάρος ή η απώλεια του ήταν πολύ μικρή (24). Η διατήρηση της συγκέντρωσης νατρίου σε φυσιολογικά επίπεδα προϋποθέτει μία απώλεια σωματικού βάρους περίπου 4% (15). Η υπόθεση αυτή είναι σύμφωνη με τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας, όπου βρέθηκε ότι, αθλητές με φυσιολογική συγκέντρωση νατρίου μετά τον αγώνα, είχαν αφυδατωθεί κατά 3,5%. Συμπερασματικά λοιπόν, το φαινόμενο της υπονατριαιμίας που συμβαίνει στους αγώνες υπεραντοχής, οφείλεται κυρίως στην «υπερφόρτωση» υγρών που προκαλείται από την κατακράτηση νερού από το σώμα.

Η ανταπόκριση των νεφρών φαίνεται ότι είναι μειωμένη κατά τη διάρκεια της έντονης παρατεταμένης άσκησης (25). Υπάρχουν δύο πιθανές εκδοχές για το

φαινόμενο αυτό. Η πρώτη αναφέρει ότι, οι υπέρμετρες ποσότητες υγρών κατακρατώνται στον εντερικό σωλήνα, με αποτέλεσμα η αποβολή τους μέσω των νεφρών να είναι αδύνατη. Σύμφωνα με τη δεύτερη εκδοχή, ο ρυθμός συσσώρευσης υγρών στο σώμα είναι δυνατόν να υπερβαίνει το μέγιστο ρυθμό παραγωγής ούρων. Ο μέγιστος ρυθμός διούρησης είναι περίπου 720 ml/ώρα (26). Διφορούμενες είναι οι απόψεις σχετικά με τη συγκέντρωση της αντιδιουρητικής ορμόνης στο πλάσμα των αθλητών. Σε ορισμένες έρευνες (27,28) βρέθηκαν αυξημένα επίπεδα της ορμόνης, ενώ σε άλλες (29) τα επίπεδα της ήταν φυσιολογικά.

Ένα άλλο στοιχείο που προκύπτει κατά την στατιστική ανάλυση των δεδομένων είναι ότι, δε βρέθηκε επίδραση της ηλικίας στα επίπεδα νατρίου του πλάσματος των αθλητών μετά τον αγώνα. Επομένως, η ηλικία δε μπορεί να θεωρηθεί παράγοντας ανάπτυξης του φαινομένου της υπονατριαιμίας σύμφωνα με τα ευρήματα αυτής της μελέτης. Η έλλειψη δεδομένων από προηγούμενες μελέτες, σχετικά με το αν η ηλικία σχετίζεται με τη συγκέντρωση νατρίου, δεν επιτρέπει την επιβεβαίωση της παραπάνω υπόθεσης. Θετική συσχέτιση υπήρξε μεταξύ των επιπέδων νατρίου πριν και μετά τον αγώνα. Άτομα με υψηλότερες συγκεντρώσεις πριν την έναρξη παρουσίασαν υψηλότερες τιμές νατρίου μετά τον τερματισμό. Άρα, η πιθανότητα ανάπτυξης υπονατριαιμίας στους αθλητές αυτούς ήταν μικρότερη, σε σχέση με τους δρομείς που τα αρχικά επίπεδα νατρίου του πλάσματος τους ήταν χαμηλότερα.

Ένα σημαντικό ποσοστό των δρομέων δε χρησιμοποίησε κάποιο ισοτονικό ποτό κατά τη διάρκεια του αγώνα. Η χρήση ισοτονικών ποτών, ως συμπληρώματα νατρίου, δεν επέφερε μείωση της απώλειας του. Η μεταβολή της συγκέντρωσης του νατρίου ήταν σχεδόν ίδια μεταξύ των αθλητών που τα χρησιμοποίησαν και εκείνων που δεν τα προτίμησαν. Η υπόθεση αυτή αντικρούεται από έρευνα που πραγματοποιήθηκε για την παρατεταμένη, μακράς διάρκειας άσκηση στη ζέστη, η οποία υποστηρίζει την ευεργετική επίδραση των υδατανθρακούχων-ισοτονικών ποτών (π.χ. Gatorade) στη συγκέντρωση νατρίου του πλάσματος σε σχέση με την κατανάλωση νερού. Η κατανάλωση ισοτονικών ποτών είχε ως αποτέλεσμα την ελάττωση του ρυθμού μείωσης της συγκέντρωσης νατρίου. Αντίθετα, κατά την αναπλήρωση των υγρών του σώματος με την πόση νερού, ο ρυθμός απώλειας νατρίου ήταν μεγαλύτερος (30).

Επίδοση και ισοζύγιο νερού

Οι δρομείς που κατάφεραν να τερματίσουν στον αγώνα του Σπάρταθλον ήταν περισσότεροι από αυτούς που εγκατέλειψαν. Η στατιστική ανάλυση δείχνει ότι, δεν υπήρξαν σημαντικές διαφορές στα επίπεδα νατρίου τους πριν την έναρξη του αγώνα. Άρα, η αρχική συγκέντρωση νατρίου δεν επηρέασε τον τερματισμό των δρομέων. Αντίθετα, ο ρόλος της ηλικίας υπήρξε καθοριστικός σχετικά με τον τερματισμό ή μη των αθλητών. Συγκεκριμένα, οι τερματίσαντες ήταν νεότεροι από αυτούς που εγκατέλειψαν. Επίσης, ο χρόνος κάλυψης της διαδρομής συσχετίστηκε θετικά με την ηλικία, κάτι που σημαίνει ότι η επίδοση τους, αν εκφρασθεί ως ο χρόνος τερματισμού, μειωνόταν κατά την αύξηση της ηλικίας.

Ένα σημαντικό εύρημα της έρευνας αυτής ήταν ότι, δεν υπήρξε επίδραση της επί τοις εκατό μεταβολής του βάρους και της συγκέντρωσης νατρίου (μετά τον τερματισμό) στο χρόνο τερματισμού. Η συνολική ποσότητα νερού στο σώμα ενός ενήλικα 70 κιλών είναι 42 λίτρα (60% περίπου του βάρους του). Το ενδοκυττάριο υγρό αποτελούν τα 28 λίτρα από αυτά, ενώ τα υπόλοιπα 14 λίτρα αποτελούν το εξωκυττάριο υγρό. Αυτό χωρίζεται στο διάμεσο υγρό (15% του βάρους του σώματος) και στο πλάσμα (5% του βάρους του σώματος) (31). Οι περισσότερες έρευνες μέχρι σήμερα υποστηρίζουν ότι, η απώλεια νερού που συμβαίνει σε αθλήματα πολύ μεγάλης διάρκειας έχει αρνητικές επιπτώσεις στην επίδοση των αθλητών. Η αφυδάτωση επηρεάζει αρνητικά το καρδιαγγειακό και θερμορυθμιστικό σύστημα. Κατά τη διάρκεια του αγωνίσματος, ο ρυθμός της καρδιακής παροχής αυξάνεται κατά 5 φορές (25 L/min) εξαιτίας της αύξησης του μεταβολικού ρυθμού. Η αυξημένη ροή αίματος στα περιφερικά αγγεία έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση του όγκου του αίματος που επιστρέφει στην καρδιά. Έτσι εντείνεται ακόμα περισσότερο ο ρυθμός καρδιακής λειτουργίας προκειμένου να φέρει σε πέρας το έργο της. Επιπλέον, η ικανότητα διατήρησης της καρδιακής παροχής μειώνεται με την προοδευτική ανάπτυξη της υποογκαιμίας, λόγω της αφυδάτωσης (32,33). Τελικά, ο όγκος του αίματος που φτάνει στα αγγεία του δέρματος παροδικά ελαττώνεται, με αποτέλεσμα να μην επιτυγχάνεται επαρκής απομάκρυνση της θερμότητας που παράγεται στους μυς. Αυτό δρα αρνητικά στο μεταβολικό ρυθμό των μυών (34). Επιπλέον, η υπεροσμωτικότητα του αίματος σε σχέση με τον ιδρώτα προκαλεί μείωση του ρυθμού παραγωγής του ιδρώτα, με συνέπεια τον εγκλωβισμό της παραγόμενης θερμότητας μέσα στο σώμα. Συνεπώς, η αυξανόμενη απώλεια νερού από τον οργανισμό μπορεί να οδηγήσει σε κατάσταση θερμοπληξίας (35).

Σύμφωνα με τους Gonzalez-Alonso et al (36), η χρήση των ελεύθερων λιπαρών οξέων για την παραγωγή ενέργειας ελαττώνεται, ενώ αυξάνεται η χρησιμοποίηση της γλυκόζης, όταν ο αθλητής είναι αφυδατωμένος. Το αντίθετο συμβαίνει όταν το ισοζύγιο νερού διατηρείται σε φυσιολογικά επίπεδα. Η παρατήρηση αυτή συμφωνεί με άλλη έρευνα (37), σύμφωνα με την οποία η πρόσληψη υγρών στη διάρκεια αγωνίσματος παρατεταμένης διάρκειας, είχε ως αποτέλεσμα τη μείωση της χρήσης του γλυκογόνου από τα μυϊκά κύτταρα για την παραγωγή ενέργειας.

Γαστρεντερικές Διαταραχές

Το συμπέρασμα που εξάγεται, από τις δηλώσεις των αθλητών σχετικά με το αν είχαν γαστρεντερικές ενοχλήσεις κατά τη διάρκεια του αγώνα, είναι ότι οι μισοί σχεδόν έπασχαν από ναυτία, ενώ ένα μικρό ποσοστό εμφάνισε συμπτώματα διάρροιας κατά τη διάρκεια του. Ενδιαφέρον είναι ότι οι δρομείς που είχαν ναυτία είχαν αφυδατωθεί σε μικρότερο βαθμό σε σχέση με εκείνους που δεν εμφάνισαν το σύμπτωμα. Όμως, η μεταβολή της συγκέντρωσης νατρίου του πλάσματος ήταν ίδια και στις δύο υποομάδες. Σύμφωνα με τους Cambell et al (38) η ναυτία οφείλεται στην καθυστερημένη γαστρική κένωση. Η υπόθεση αυτή επιβεβαιώθηκε 10 χρόνια αργότερα. Επίσης, ο ρυθμός της γαστρικής κένωσης επηρεάζεται από την οσμωμοριακότητα του περιεχομένου του στομάχου, τη θερμοκρασία των υγρών (τα κρύα απομακρύνονται ταχύτερα από το στομάχι) και την ένταση της άσκησης (ένταση άσκησης πάνω από το 75% της μέγιστης μειώνει το ρυθμό της γαστρικής κένωσης) (39).

Παράρτημα 1



Ερωτηματολόγια

Τα ερωτηματολόγια συντάχθηκαν για το συγκεκριμένο μόνο αγώνα

Παράρτημα 2



Επίδοση στον αγώνα

Οι χρόνοι τερματισμού δημοσιεύτηκαν από το Διεθνή Σύνδεσμο Σπάρταθλον

Παράρτημα 3



Πίνακες & Διαγράμματα

Πίνακας 1: Στοιχεία αξιολόγησης αθλητών του Σπάρταθλον '01

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	ΑΘΗΝΑ	ΣΠΑΡΤΗ	ΑΘΗΝΑ & ΣΠΑΡΤΗ
<i>Βάρος</i>	108	45	37
<i>Συγκέντρωση Νατρίου</i>	100	56	39

Πίνακας 2: Ανθρωπομετρικά Χαρακτηριστικά των δρομέων του Σπάρταθλον '01

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	N	ΜΕΣΟΣ±ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ	ΕΥΡΟΣ
<i>Ηλικία (έτη)</i>	139	44±9	22-72
<i>Βάρος (Kgr)</i>	108	68,3±8,7	52,3-94,3
<i>Ύψος (cm)</i>	108	172,5±6,9	158,7-189,0
<i>* ΔΜΣ (Kgr/m²)</i>	108	22,9±2,2	18,2-30,3
<i>** W/H</i>	106	0,85±0,05	0,77-1,18

* ΔΜΣ: δείκτης μάζας σώματος

** W/H: λόγος περιφέρειας μέσης-γλουτών

Πίνακας 3: Μεταβολή του Βάρους και συγκέντρωση Νατρίου μετά τον αγώνα στους δρομείς του Σπάρταθλον '01

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	N	ΜΕΣΟΣ±ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ	ΕΥΡΟΣ
* Μεταβολή Βάρους (Kgr)	37	-2,0±1,8	-6,1 έως 2,1
** % Μεταβολή Βάρους	37	-3,0±2,7	-8,4 έως 3,5
Συγκέντρωση Νατρίου (mmol/L)	56	135±6	115 έως 148
*** Μεταβολή συγκέντρωσης Νατρίου (mmol/L)	39	-8±6	-20 έως 5

* Μεταβολή Βάρους: τελικό-αρχικό βάρος

** % Μεταβολή Βάρους: $\frac{\text{τελικό} - \text{αρχικό βάρος}}{\text{αρχικό βάρος}} 100\%$

*** Μεταβολή συγκεντρώσεις Νατρίου: συγκέντρωση Νατρίου μετά-συγκέντρωση Νατρίου πριν τον αγώνα

Πίνακας 4: Συγκέντρωση νατρίου και μεταβολή του βάρους σε υπονατριαιμικούς και μη δρομείς του Σπάρταθλον '01 (μέσος±τυπική απόκλιση)

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	ΥΠΟΝΑΤΡΑΙΜΙΚΟΙ ΑΘΛΗΤΕΣ	ΜΗ ΥΠΟΝΑΤΡΑΙΜΙΚΟΙ ΑΘΛΗΤΕΣ	P
Συγκέντρωση Νατρίου πριν τον αγώνα (mmol)	(n=9) 139±4	(n=30) 141±4	0,1
* Μεταβολή συγκέντρωσης Νατρίου (mmol/L)	(n=9) -15±5	(n=30) -6±4	<0,001
** Μεταβολή Βάρους (Kgr)	(n=8) -0,6±2,0	(n=25) -2,4±1,5	<0,01
*** % Μεταβολή Βάρους	(n=8) -0,7±2,9	(n=25) -3,5±2,1	<0,01

* Μεταβολή συγκεντρώσεις Νατρίου: συγκέντρωση Νατρίου μετά-συγκέντρωση Νατρίου πριν τον αγώνα

** Μεταβολή Βάρους: τελικό-αρχικό βάρος

*** % Μεταβολή Βάρους: $\frac{\text{τελικό} - \text{αρχικό βάρος}}{\text{αρχικό βάρος}} 100\%$

Πίνακας 5: Προτιμήσεις και κατανάλωση υγρών από τους δρομείς κατά τη διάρκεια του αγώνα Σπάρταθλον '01 (% των ερωτηθέντων)

ΥΓΡΑ	* ΠΡΟΤΙΜΗΣΗ (N=86)	** ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (N=56)
<i>Χυμός</i>	11,6	81,4
<i>Αναψυκτικά τύπου Cola</i>	28	88,1
<i>Ισοτονικά ποτά</i>	31,4	71,2
<i>Νερό</i>	23,2	96,6
<i>Άλλο</i>	5,8	39

* Σύμφωνα με τη δήλωση των αθλητών πριν τον αγώνα που τους ζητήθηκε να επιλέξουν ένα από τα 5 ποτά

** Σύμφωνα με τη δήλωση των αθλητών μετά τον αγώνα που τους ζητήθηκε να αναφέρουν ποια ποτά κατανάλωσαν

Πίνακας 6: Επίδραση της κατανάλωσης ισοτονικών ποτών στη συγκέντρωση νατρίου και την επίδοση των αθλητών του Σπάρταθλον '01 (μέσος±τυπική απόκλιση)

ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΑΝ ΙΣΟΤΟΝΙΚΟ ΠΟΤΟ	ΔΕΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΑΝ ΙΣΟΤΟΝΙΚΟ ΠΟΤΟ
* Μεταβολή συγκέντρωσης Νατρίου (mmol/L)	(n=22) -8±6	(n=8) -7±5
Χρόνος Τερματισμού (h)	(n=38) 32,5±3,0	(n=14) 33,4±3,1

* Μεταβολή συγκεντρώσεις Νατρίου: συγκέντρωση Νατρίου μετά-συγκέντρωση Νατρίου πριν τον αγώνα

(Δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές κατά τη διάκριση των ελεγχόμενων παραμέτρων ως προς την κατανάλωση ή μη ισοτονικών ποτών)

Πίνακας 7: Σχέση της συγκέντρωσης νατρίου και της επί τοις εκατό μεταβολής του βάρους των δρομέων του Σπάρταθλον '01 με τις γαστρεντερικές διαταραχές (μέσος±τυπική απόκλιση)

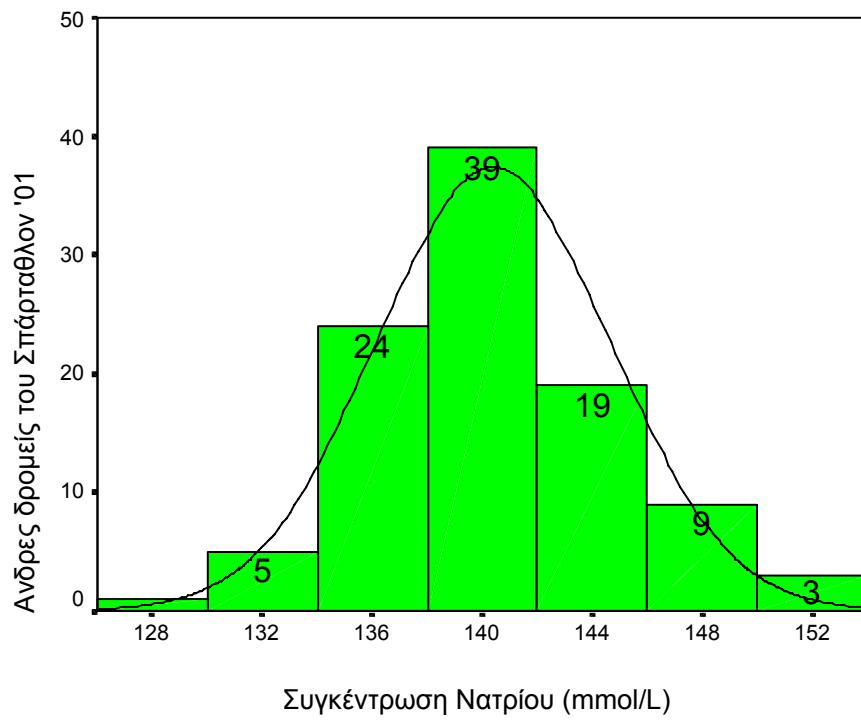
ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	ΝΑΥΤΙΑ		ΔΙΑΡΡΟΙΑ	
	<i>Ναι</i>	<i>Όχι</i>	<i>Ναι</i>	<i>Όχι</i>
* % Μεταβολή Βάρους	(n=12) -2,1±2,5	(n=20) -3,3±2,3	(n=2) -1,5	(n=30) -3,0±2,4
Συγκέντρωση Νατρίου (mmol/L)	(n=19) 135±7	(n=25) 134±5	(n=4) 138±4	(n=40) 134±6
** Μεταβολή Συγκέντρωσης Νατρίου (mmol/L)	(n=11) -8±6	(n=19) -8±7	(n=2) -9	(n=28) -9±6

* % Μεταβολή Βάρους: $\frac{\text{τελικό} - \text{αρχικό βάρος}}{\text{αρχικό βάρος}} 100\%$

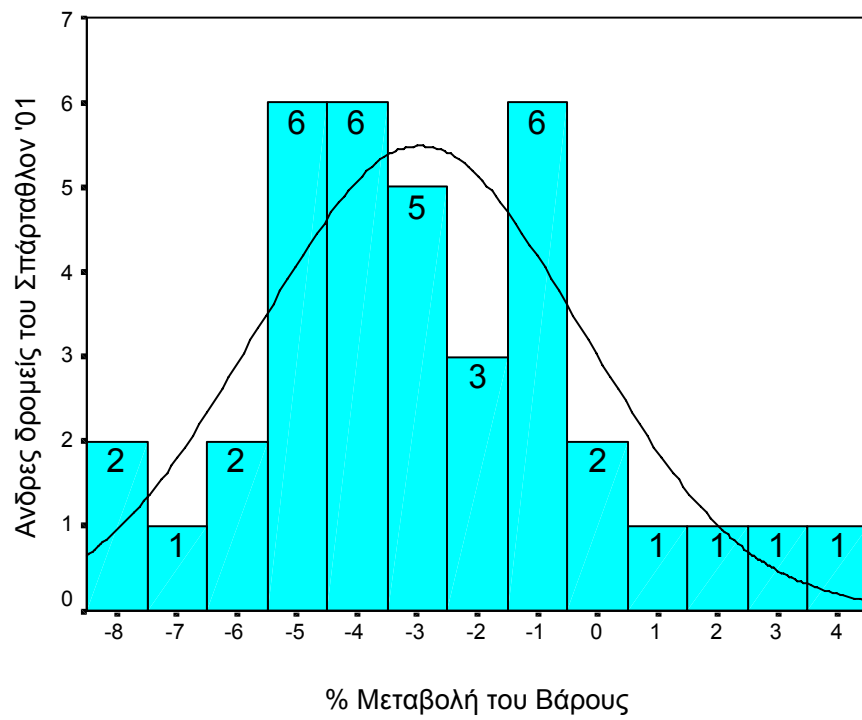
** Μεταβολή συγκεντρώσεις Νατρίου: συγκέντρωση Νατρίου μετά-συγκέντρωση Νατρίου πριν τον αγώνα

(Δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές κατά τη διάκριση των ελεγχόμενων παραμέτρων ως προς την εμφάνιση ή μη γαστρεντερικών διαταραχών)

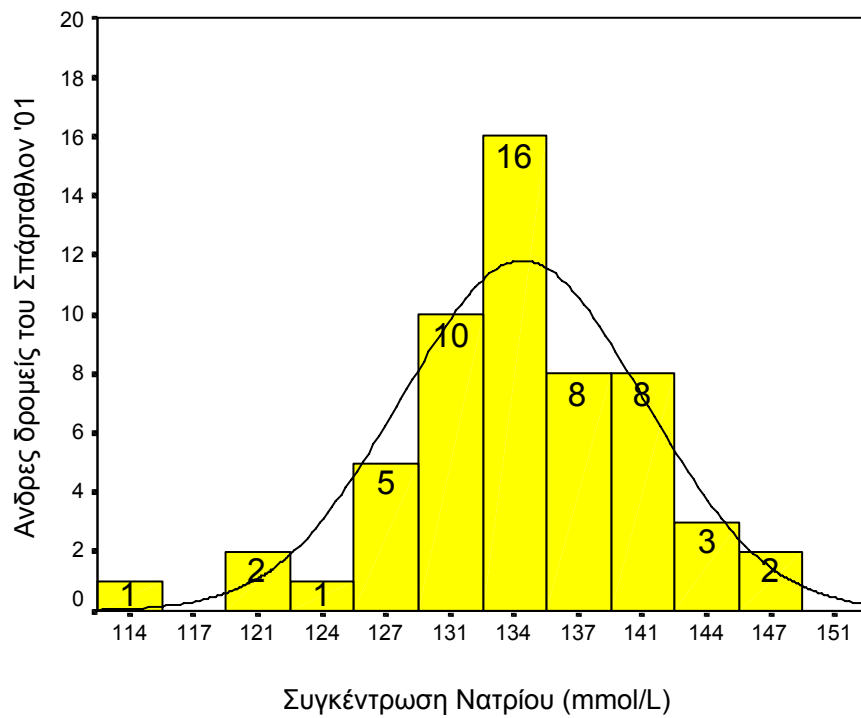
Διάγραμμα 1: Κατανομή της συγκέντρωσης Νατρίου πριν τον αγώνα στους δρομείς του Σπάρταθλον '01 (n=100, μέσος±τυπική απόκλιση: 141±5 mmol/L)



Διάγραμμα 2: Κατανομή της επί τοις εκατό μεταβολής του βάρους των δρομέων του Σπάρταθλον '01 (n=37, μέσος±τυπική απόκλιση: $-3,0 \pm 2,7\%$)



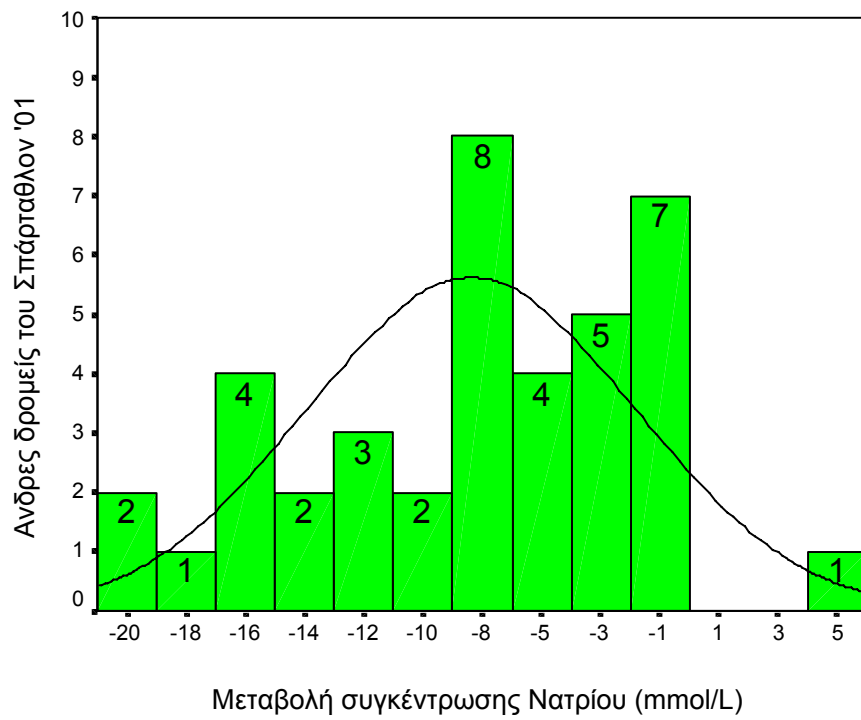
Διάγραμμα 3: Κατανομή της συγκέντρωσης Νατρίου μετά τον αγώνα στους δρομείς του Σπάρταθλον '01 (n=56, μέσος±τυπική απόκλιση: 135±6 mmol/L)



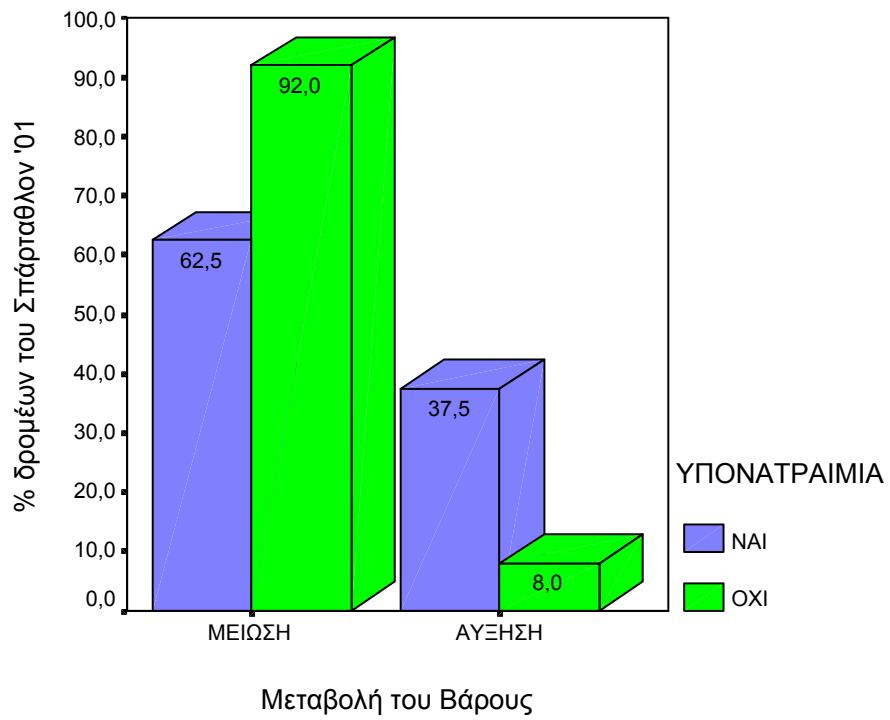
Υπονατραϊμικοί: 9 από τους 56 δρομείς (16,1%)

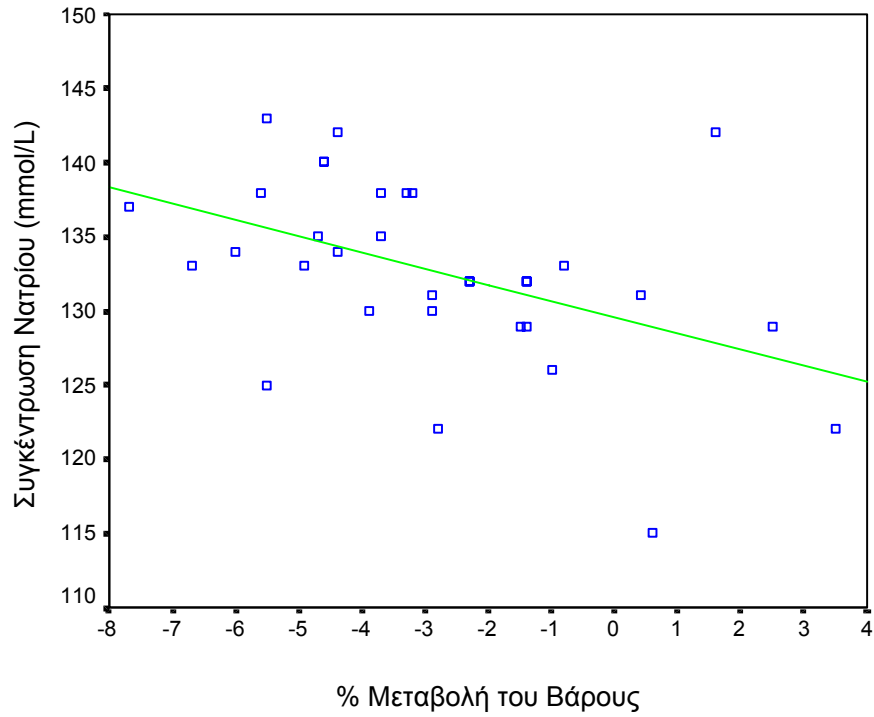
Φυσιολογικοί συγκέντρωση Νατρίου: 47 από τους 56 δρομείς (83,9%)

Διάγραμμα 4: Κατανομή της μεταβολής της συγκέντρωσης Νατρίου στους δρομείς του Σπάρταθλον '01 (n=39, μέσος±τυπική απόκλιση: -8 ± 6 mmol/L)

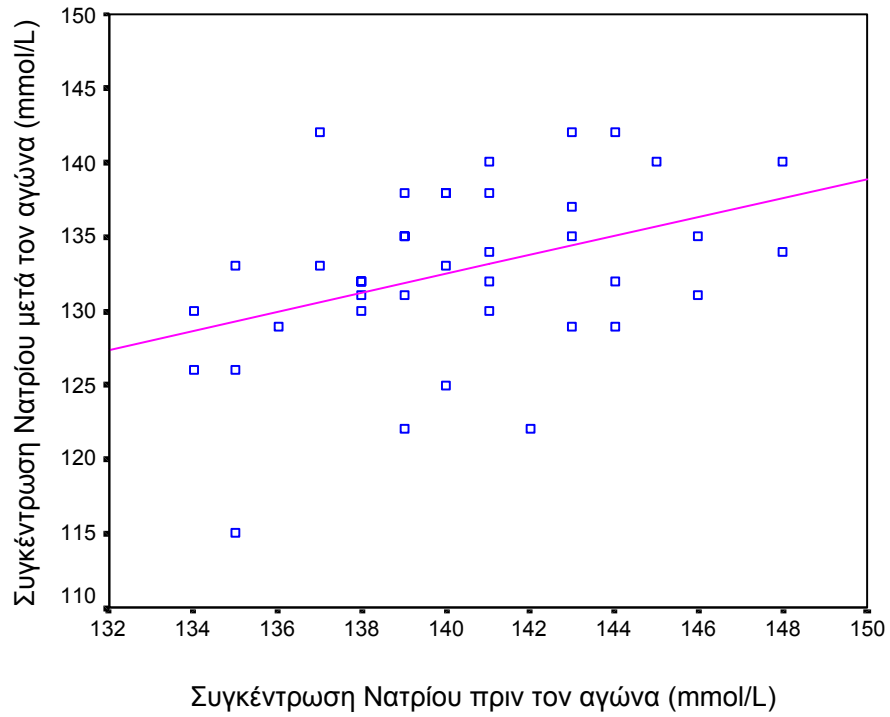


Διάγραμμα 5: Διαφοροποίηση της συγκέντρωσης Νατρίου (μετά τον αγώνα) στους δρομείς του Σπάρταθλον '01 με κριτήριο τη μεταβολή του βάρους (n=33)



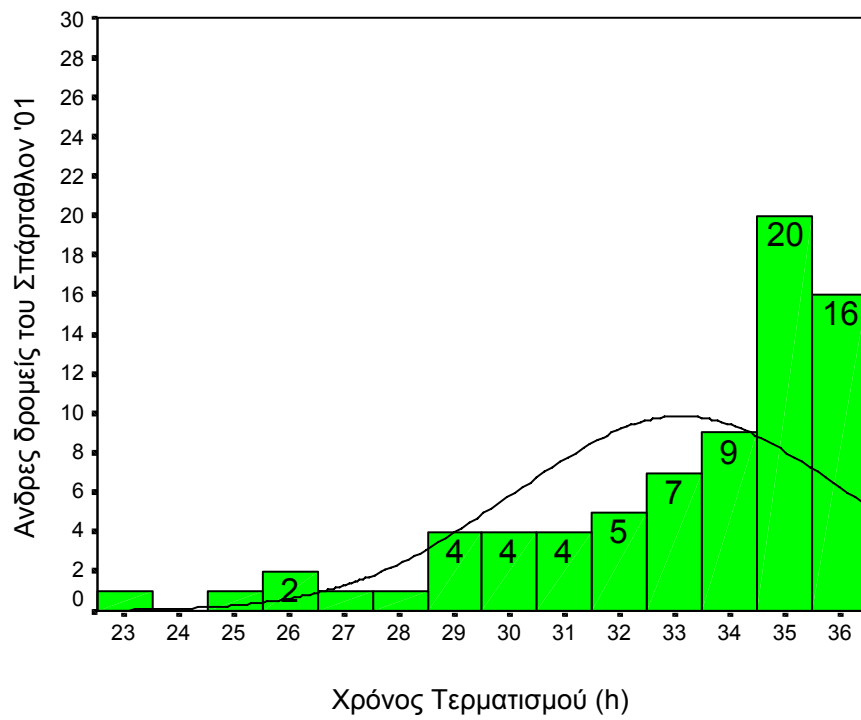


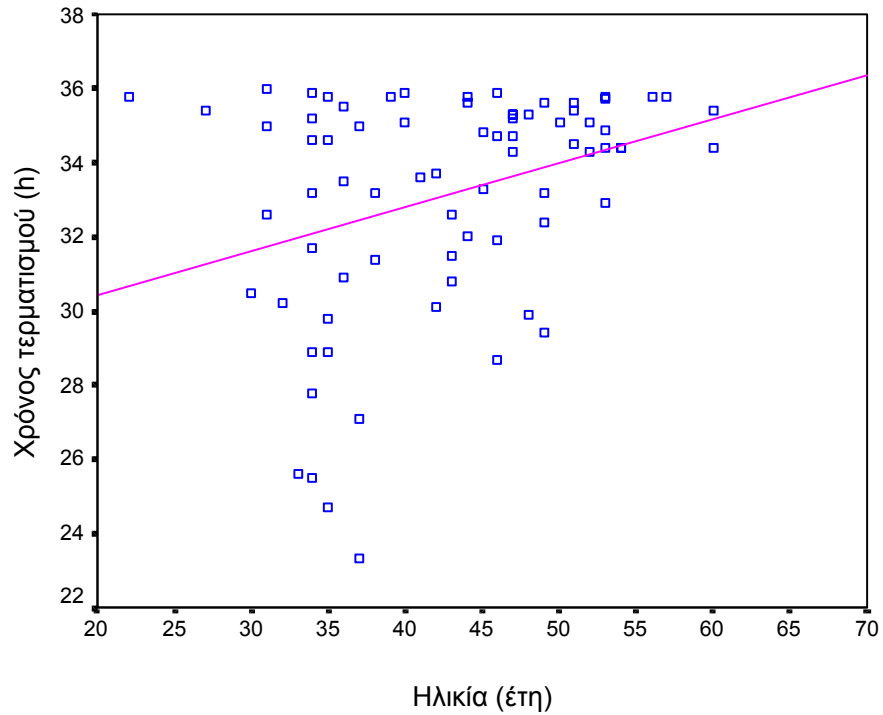
Διάγραμμα 6: Συσχέτιση της επί τοις εκατό μεταβολής του Βάρους των ανδρών δρομέων του Σπάρταθλον '01 με τη συγκέντρωση νατρίου μετά τον αγώνα (n=33) ($R^2=0,213$, $p<0,01$)



Διάγραμμα 7: Συσχέτιση της συγκέντρωσης Νατρίου των δρομέων του Σπάρταθλον
’01 πριν τον αγώνα με τα επίπεδα αυτού μετά το τέλος του αγώνα (n=39)
($R^2=0,159$, $p<0,05$)

Διάγραμμα 8: Κατανομή του χρόνου τερματισμού των ανδρών δρομέων του Σπάρταθλον '01 (n=75, μέσος±τυπική απόκλιση: 33,1±3,0 ώρες)





Διάγραμμα 9: Συσχέτιση της ηλικίας των δρομέων του Σπάρταθλον '01 με το χρόνο τερματισμού (n=75) ($R^2=0,109$, $p<0,05$)

Βιβλιογραφία

1. Groff J.L., Gropper S.S., Advanced nutrition human metabolism, editor: Larson L.E., Georgia, U.S.A., 2000, pp:393-395

2. National Research Council, Recommended Dietary Allowances, DC:National Academy Press, 1998, pp:250-251
3. Briony T., Dietetic Practice, Blackwell Science Ltd, Oxford, U.K., 2001, pp:70-71
4. Speedy D.B., Noakes T.D., Rogers I.R., Thompson J.M.D., Cambel R.G.D., Kuttner J.A., Boswell D.R., Wright S., Hamlin M, Hyponatremia in ultradistance triathletes, Med. & Science in Sports & Exercise, 31:809-815, 1999
5. Montain S.J., Sawka M.N., Wenger C.B., Hyponatremia associated with exercise: Risk Factors and Pathogenesis, Exerc. Sports Sci. Rev., 29:113-117, 2001
6. McArdle W.D., Katch F.I., Katch V.L., Φυσιολογία της Άσκησης, ιατρικές εκδόσεις Π.Χ. Πασχαλίδης, Αθήνα, 2001, pp:136
7. Vender A., Sherman J., Luciano D., Τσακόπουλος, Φυσιολογία του Ανθρώπου, ιατρικές εκδόσεις Πασχαλίδης, 8^η έκδοση, Αθήνα, 1998, pp:693-710
8. Vander J., Renal Physiology, McGraw-Hill, 5th edition, USA, 1995, pp:92-97
9. Maughan R.J., Nutrition in Sports, Water and electrolyte loss and replacement in exercise, Blackwell Science Ltd, Oxford, U.K., 2000, pp:226-229
10. Gavin T.P., Babington J.P., Harms C.A., Ardelt M.E., Tanner D.A., Stager J.M., Clothing fabric does not affect thermolagulation during exercise in moderate heat, Med.& Science in Sports & Exercise, 33:2124-2130, 2001
11. Convertino V.A., Armstrong L.E., Coyle E.F., Mark G.W., Sawka M.N., Senay L.C, Sherman W.M., Exercise and fluid replacement, Med.& Science in Sports & Exercise, 28:i-vii, 1996
12. Lucozade Sport-Science and Nutrition Centre, <http://www.lucozadesport.com>
13. Gatorade Sports Science Institute, <http://www.gssiweb.com/reflib/sresults.cfm>
14. Martin D.T., Roussos S., Perry C., Davis B., Salzwedel H., Physiology and Applied Nutrition and National Road Cycling Program, Australian Institute of Sport, Belconnen, Australia, <http://www.sportsci.org/news9711/martin.html>
15. Speedy D.B, Noakes T.D., Rogers I.R., Thompson J.M.D., Cambel R.G.D., Kuttner J.A., Boswell D.R., Wright S., Hamlin M, Hyponatremia in ultradistance triathletes, Med. & Science in Sports & Exercise, 31:809-815, 1999

16. Speedy D.B., Noakes T.D., Boswell T., Thompson J.M.D., Rehrer N., Boswell D.R., Response to a fluid load in athletes with a history of exercise induced hyponatremia, *Med. & Science in Sports & Exercise*, 33:1434-1442, 2001
17. Millard-Stafford M., Sparling P.B., Roskopf L.B., Hinson B.T., Dicarlo L.J., Carbohydrate-electrolyte replacement during a simulated triathlon in the heat, *Med. & Science in Sports & Exercise*, 22:621-628, 1990
18. Langenfeld M.E., Seifert J.G., Rudge S.R., Bucher R.J., Effect of ingestion on performance of non-fasted cyclists during a simulated 80-mile Time Trial, *J. Sports Med. & Phys. Fit.*, 34:263-269, 1994
19. Gisolfi C.V., Lambert G.P., Summrs R.W., Intestinal fluid absorption during exercise: role of sport drink osmolality and $[Na^+]$, *Med. & Science in Sports & Exercise*, 33:907-915, 2001
20. Xiaocai Shi, Bartoli W., Horn M., Murray R., Gastric emptying of cold beverages in humans: effect of transportable carbohydrates, *Int. J. Sport Nut. & Exer. Metab.*, 10, 394-403, 2000
21. Brouns F., Senden J., Beckers E.J., Saris W.H.M., Osmolality does not affect the gastric emptying rate of oral rehydration solutions, *J. Parenteral Enteral Nutr.*, 19:403-406, 1995
22. INTERNATIONAL SPARTATHLON ASSOCIATION,
http://www.laconia.org/Spartathlon_ass.htm
23. Rogers G., Goodman C., Rosen C., Water budget during ultradistance exercise, *Med. & Science in Sports & Exercise*, 29:1477-1481, 1997
24. Speedy D.B., Campbell R., Mulligan G., Robinson D.J., Walker C., Gallagher P., Arts J.H., Weight changes and serum sodium concentrations after an ultradistance multisport triathlon, *Clin. J. Sport Med.*, 2:100-103, 1997
25. Irving R.A., Noakes T.D., Burger S.C., Plasma volume and renal function during and after ultramarathon running, *Med. & Science in Sports & Exercise*, 22:581-587, 1990
26. Lote C.J., Principles of renal physiology, 3rd edition, Chapman and Hall, London, 1994
27. Clark J.M., Gennari F.J., Encephalopathy due to severe hyponatremia in an ultramarathon runner, *West J. Med.*, 159:188-189, 1993

28. Irving R.A., Noakes T.D., Buck R., Evaluation of renal function and fluid hemostasis during recovery from exercise induced-hyponatremia, *J. Appl. Physiol.*, 70:342-348, 1991
29. Speedy D.B., Rogers I.R., Noakes T.D., Exercise-induced hyponatremia is caused by inappropriate fluid retention, *Clin. J. Sport Med.* (in press)
30. Vrijens D.M.J., Rehrer N.J., Sodium-free fluid ingestion decreases plasma sodium during exercise in the heat, *J. Appl. Physiol.* 86(6): 1847-1851, 1999
31. Epstein Y., Armstrong L.E., Fluid electrolyte balance during labor and exercise: concepts and misconceptions, *Int. J. Sport Nut.*, 9:1-12, 1999
32. Nadel E.R., Cafarelli E., Roberts M.F., Wenger C.B., Circulatory regulation during exercise in different ambient temperatures, *J. Appl. Physiology*, 45:430-437, 1979
33. Rowell L.B., Cardiovascular aspects of human thermoregulation, *Circ. Res.*, 52:367-379, 1983
34. Rowell L.B., Competition between skin and muscle for blood flow during exercise, in problems with temperature regulation during exercise, Nadel E.R. (Ed.), New York: Academic Press, 1997, pp:49-76
35. Fortney S.M., Nadel C.B., Wenger, C.B., Effect of blood volume on sweating rate and body fluids in exercising humans, *J. Appl. Physiol.*, 51:1594-1600, 1981
36. Gonzalez-Alonso J., Galbet J.A., Nielsen B., Metabolic alterations with dehydration-induced reductions in muscle blood flow in exercising humans, *Eur. Coll. Sports Sci.*, 2:492-493, 1997
37. Hargreaves M., Dillo P., Angus D., Febbraio M.A., Effect of fluid ingestion on muscle metabolism during prolonged exercise, *J. Appl. Physiol.*, 80:363-366, 1996
38. Campbell J.M.H., Mitchell M.D., Poewll A.T.W., The influence of exercise on ingestion, *Guy's Hospital Reports*, 78: 279-293, 1928
39. McArdle W.D., Katch F.I., Katch V.L., Φυσιολογία της Άσκησης, ιατρικές εκδόσεις Π.Χ. Πασχαλίδης, Αθήνα, 2001, pp:134