



ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

Τμήμα Επιστήμης Διαιτολογίας - Διατροφής

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΕΞΑΤΟΜΙΚΕΥΜΕΝΟΥ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ
ΕΝΥΔΑΤΩΣΗΣ ΣΤΗΝ ΠΟΔΗΛΑΤΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΑΙ ΤΗΝ
ΚΑΡΔΙΑΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ



Καραγιώργου Ευαγγελία

A.M 20756

Η επίδραση του εξατομικευμένου πρωτόκολλου ενυδάτωσης στην ποδηλατική απόδοση και την καρδιακή λειτουργία.

Επιβλέπων καθηγητής

Σταύρος Κάβουρας

Τριμελής επιτροπή

Σταύρος Κάβουρας

Δημοσθένης Παναγιωτάκος

Ρωξάνη Τέντα

Ιούνιος 2014

Ευχαριστίες

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Σταύρο Κάβουρα που μου ανέθεσε την εργασία αυτή, αλλά και με βοήθησε παρέχοντάς μου τις γνώσεις του και την καθοδήγησή του ώστε να την ολοκληρώσω με επιτυχία.

Επίσης η βοήθεια και η υποστήριξη του Κώστα Μπάρδη καθ' όλη τη διάρκεια των πειραμάτων, φάνηκε πολύτιμη για την πορεία και την ολοκλήρωση της μελέτης, παρέχοντας συμβουλές και οδηγίες.

Τέλος, δε θα μπορούσα να ξεχάσω την βοήθεια των 10 εθελοντών που συμμετείχαν αφού μια τέτοια έρευνα θα ήταν αδύνατο να πραγματοποιηθεί χωρίς αυτούς.

Περιεχόμενα

Περίληψη.....	6
Abstract	8
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	10
1.1 Το Νερό	10
1.2 Οι λειτουργίες και τα οφέλη του νερού	11
1.3 Ισορροπία υγρών – Ενυδάτωση και Αφυδάτωση	12
1.4 Πως λειτουργεί ο μηχανισμός της δίψας	13
1.5 Αφυδάτωση και οι επιπτώσεις της στην αθλητική απόδοση	15
1.6 Συστάσεις για την πρόσληψη υγρών κατά τη διάρκεια της άσκησης	17
1.7 Ακούσια αφυδάτωση	18
1.8 Στόχος της μελέτης	19
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	21
Μεθοδολογία	21
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	31
Αποτελέσματα	31
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	36
Συζήτηση και Συμπεράσματα	36
Παράρτημα	39
Βιβλιογραφία	44

Περίληψη

Το νερό είναι απαραίτητο στοιχείο για τη ζωή. Η σωστή ενυδάτωση αποτελεί σημαντικό παράγοντα για την γενικότερη υγεία ενός ατόμου και για την καλύτερη αθλητική απόδοση όσον αφορά τους αθλητές, ιδιαιτέρως όταν η άθληση εκτελείται σε θερμό περιβάλλον.

Σκοπός : Η αξιολόγηση της επίδρασης των επιπέδων ενυδάτωσης στην ποδηλατική απόδοση, κατά την εξομοίωση με αγώνα δρόμου αντοχής, σε θερμό περιβάλλον ($31.6 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$), συγκρίνοντας την κατά βούληση κατανάλωση νερού με τη συνταγογραφούμενη κατάποση. Η διερεύνηση των επιπτώσεων της ήπιας αφυδάτωσης στην ποδηλατική απόδοση των αθλητών και την καρδιακή λειτουργία σε αγώνα της μορφής circuit στο εργαστήριο.

Μεθοδολογία : 10 υγιείς ποδηλάτες υψηλού επιπέδου (βάρος: $76,5 \pm 7,2$ Kg, ύψος: $1,81 \pm 0,07$ m, ηλικία: 30 ± 5 ετών, ποσοστό σωματικού λίπους: $10,5 \pm 3,3$ %, VO_2 max: $61,3 \pm 5,2$ ml $\cdot$ min $^{-1}$ $\cdot$ kg $^{-1}$, μέση παραγωγή ισχύος: 392 ± 33 W), εκτέλεσαν 2 φορές, σε διαφορετικές μέρες, το ίδιο πρωτόκολλο προσομοίωσης αγώνα. Το πειραματικό πρωτόκολλο αποτελείται από 3 ανηφορικά κομμάτια (3% κλίση) 5 km το καθένα και 3 κομμάτια στο 50% της μέγιστης προσπάθειας 5 Km το καθένα. Τα ανηφορικά κομμάτια ήταν μετά τα επίπεδα κομμάτια. Τη μια φορά οι αθλητές κατανάλωναν νερό με βάση το αίσθημα της δίψας και την επόμενη φορά έπιναν νερό κάθε 1 km υπολογισμένο με βάση το ρυθμό εφίδρωσης ώστε να αποκαθιστούν τις απώλειες μέσω του ιδρώτα, σε τυχαία σειρά για κάθε εθελοντή. Δείγματα αίματος και ούρων λαμβάνονταν πριν και μετά την άσκηση.

Αποτελέσματα : Σε σημαντικό βαθμό μικρότερος ήταν ο χρόνος ολοκλήρωσης στο 3^ο ανηφορικό κομμάτι στην PD δοκιμή σε σχέση με την AD. (PD: $10,0 \pm 0,8$ min, AD: $10,5 \pm 0,9$ min), ($P < 0,05$). Επίσης, στατιστικά σημαντική διαφορά παρουσιάστηκε στη μέση απόδοση ισχύος, των αθλητών στα τελευταία 5 km στο 3^ο ανηφορικό κομμάτι. Στην PD ήταν καλύτερη (326 ± 44 W, $304 \text{ W} \pm 53$, , $316 \pm 49^*$ W) σε σύγκριση με την AD δοκιμή (323 ± 42 W, 297 ± 45 W, 292 ± 53 W), ($P < 0,05$).

Συμπεράσματα : Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν, ότι η κατανάλωση νερού με βάση το εξατομικευμένο πρωτόκολλο ενυδάτωσης βελτιώνει την αθλητική απόδοση κατά την άσκηση τύπου circuit σε θερμό περιβάλλον, σε ανηφορικό τερέν ατομικής χρονομέτρησης πιθανώς μέσα από τη βελτιστοποίηση και σταθεροποίηση σε ιδανικά επίπεδα τον όγκου παλμού και ρυθμίζοντας την θερμοκρασία πυρήνα. Σε συσχέτιση με την κατά βούληση κατανάλωση που οδηγεί σε ήπια αφυδάτωση (<2%)

Abstract

Water is a substantial element for preserving life. Right hydration is a key factor to an individual's general health status and to achieving the best possible attribution when it comes to athletes, especially in cases where the exercise is being performed in high temperature environment.

Purpose : the evaluation of the impact of hydration levels on cycling attribution, on repeated hill cycling performance during circuit course in hot environment ($31.6 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$), by comparing water consumption performed willingly to prescribed swallowing uptake. Moreover, the investigation of the consequences of mild dehydration on cycling attribution of athletes and heart function during race of the circuit type, performed in laboratory.

Methodology : 10 healthy high level cyclists (weight: $76,5 \pm 7,2$ Kg, height: $1,81 \pm 0,07$ m, age: 30 ± 5 years, percentage of body fat: $10,5 \pm 3,3$ %, VO_2 max: $61,3 \pm 5,2$ ml $\cdot$ min $^{-1} \cdot$ kg $^{-1}$, average power production: 392 ± 33 W), performed twice, on different days, the same race simulation protocol. The experimental protocol consists of 3 uphill parts (3% gradient) 5 km each and 3 parts on 50% of maximum effort 5 km each. The uphill parts followed the flat parts. During the first time, the athletes consumed water willingly, according to the feeling of thirst whereas the second time, they drunk water every 1 km according to the perspiration rhythm in order to restore the loses through perspiration, in random order for each volunteer. Blood and urine samples were taken before and after the exercise.

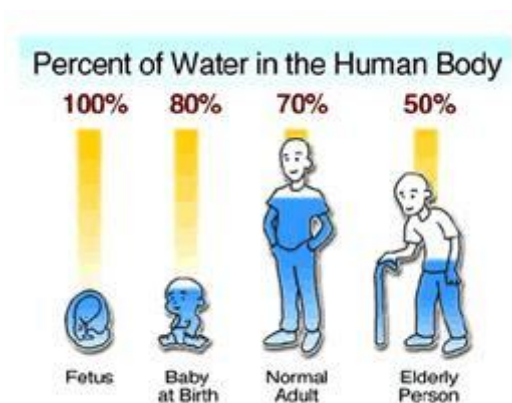
Results: The completion time was significantly smaller at the third uphill part in PD trial compared to AD. (PD: $10,0 \pm 0,8$ min, AD: $10,5 \pm 0,9$ min), ($P < 0,05$). In addition, statistically important difference was shown on the average force attribution of the athletes, at the last 5 km of the third uphill part. It was better in PD trial (326 ± 44 W, $304 \text{ W} \pm 53$, $316 \pm 49^*$ W) compared to AD trial (323 ± 42 W, 297 ± 45 W, 292 ± 53 W), ($P < 0,05$).

Conclusions : The results of the research showed, that the water consumption based on the personalised hydration protocol, improves the athletic attribution during the exercise of the circuit type in hot environment, on uphill terrain with personal timing, probably through amelioration and stabilisation of the heart stroke volume (SV) at ideal levels, as well as through regulation of the core temperature. In comparison with the water consumption performed willingly, which led to.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1.1 Το Νερό

Το νερό αποτελεί βασικό συστατικό του ανθρώπινου οργανισμού και έχει χαρακτηριστεί ως «απαραίτητο θρεπτικό συστατικό». [1] Το νερό αποτελεί περίπου το 50 - 70 % του σωματικού βάρους ενός υγιούς ενήλικα και είναι κατανεμημένο μέσα στο κύτταρο (περίπου $\frac{2}{3}$ του συνολικού σωματικού ύδατος) και στο εξωκυττάριο υγρό, ενώ στους ηλικιωμένους μειώνεται περίπου σε ποσοστό 55%. Είναι ακόμη γνωστό πως ένας άνθρωπος αντέχει χωρίς τροφή για αρκετές εβδομάδες, ενώ χωρίς νερό, ειδικά σε θερμό περιβάλλον, μπορεί να οδηγηθεί στο θάνατο σε 3 με 4 ημέρες.[2] Το ποσοστό του συνολικού νερού στο σώμα μας έχει διαφοροποιήσεις από άτομο σε άτομο και αυτό συμβαίνει γιατί υπάρχουν διαφορές στη σωματική σύσταση κάθε ατόμου, οι οποίες οφείλονται σε διαφορές όπως το φύλο, η ηλικία και η φυσική κατάσταση.



Εικόνα 1

Η συνολική ποσότητα νερού (TBW) στο ανθρώπινο σώμα, είναι αντιστρόφως ανάλογη με το ποσοστό λιπώδους ιστού. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η ισχνή μάζα σώματος αποτελείται από περίπου 73 % νερό, ενώ η λιπώδης μάζα μόνο από 10 % [2]. Το αυξημένο ποσοστό νερού στην ισχνή μάζα σώματος οφείλεται στο γλυκογόνο που αποθηκεύεται στους μυς, το οποίο έχει την ικανότητα να συγκρατεί περίπου 3 g νερού / 1 g γλυκογόνου[3]. Για το λόγο αυτό, οι αθλητές έχουν αυξημένο ποσοστό TBW σε σύγκριση με μη αθλητές, καθώς έχουν μεγαλύτερο ποσοστό μυϊκό ιστό και χαμηλότερο ποσοστό λιπώδους ιστού [4, 5].

Οι ανάγκες κάθε ατόμου σε υγρά είναι διαφορετικές και εξαρτώνται από διάφορους παράγοντες όπως η άσκηση, η διατροφή, το κλίμα και η θερμοκρασία περιβάλλοντος. Σε γενικές γραμμές όμως οι οδηγίες που πρέπει να δίνονται σε έναν υγιή ενήλικα, είναι να καταναλώνει τουλάχιστον 1½ λίτρα νερό / ημέρα [6].

1.2 Οι λειτουργίες και τα οφέλη του νερού

Το νερό είναι απαραίτητο για τη σωστή λειτουργία του κυκλοφορικού συστήματος, τις βιοχημικές αντιδράσεις που λαμβάνουν χώρα μέσα στον οργανισμό, τις λειτουργίες του μεταβολισμού, τη μεταφορά υποστρωμάτων σε όλες τις κυτταρικές μεμβράνες, τη ρύθμιση της θερμοκρασίας του σώματος. Επιπλέον, δρα ως διαλύτης, μεταφέρει τα θρεπτικά συστατικά στο σώμα αλλά και τα απόβλητα. Η υδατική ισορροπία αλλάζει συνεχώς, καθώς ποσότητες νερού αποβάλλονται από το σώμα μέσω των πνευμόνων, των νεφρών και του δέρματος και προσλαμβάνονται μέσω της τροφής και των υγρών που καταναλώνονται [7, 8].

ανακουφίζεται με απλή ύγρανσή τους. Ακόμα υπάρχει και κάποιου είδους ανίχνευση της πρόσληψης ύδατος από το γαστρεντερικό σωλήνα, αφού ένα διψασμένο άτομο το οποίο προσλαμβάνει άφθονο νερό σταματά να πίνει πριν να έχει διασχίσει τις γαστρεντερικές μεμβράνες σημαντική ποσότητα νερού και να έχει εισέλθει στην κυκλοφορία. Μια τέτοια λειτουργία σίγουρα εξυπηρετεί ένα μηχανισμό θετικής ανατροφοδότησης για να προλαμβάνεται η επερενυδάτωση του σώματος [18].

Αναλυτικότερα ο μηχανισμός της δίψας αναπτύσσεται με συγκεκριμένη διαδικασία, η οποία είναι η ακόλουθη:

1. Απώλεια νερού (πχ εφίδρωση), αυξάνει τη συγκέντρωση νατρίου στον εξωκυττάριο χώρο
2. Το νερό τότε μετακινείται από τον ενδοκυττάριο χώρο, που βρίσκεται σε μικρότερη συγκέντρωση το νάτριο, στον εξωκυττάριο χώρο για να μειώσει εκεί τη συγκέντρωση νατρίου. Με αποτέλεσμα να μειώνεται η ενδοκυττάρια συγκέντρωση νερού
3. Πυροδοτούνται κάποιοι υποθαλαμικοί ωσμωαισθητήρες οι οποίοι εντοπίζουν αυτή την αλλαγή και ενεργοποιούν το αίσθημα της δίψας
4. Παράγεται η αντιδιουρητική ορμόνη (ADH), με στόχο να μειώσει της απώλειες ύδατος μέσω των νεφρών μειώνοντας την απώλεια υγρών μέσω των ούρων
5. Η κατανάλωση νερού φέρνει σε ισορροπία ξανά τις συγκεντρώσεις νατρίου και έτσι τα επίπεδα της ADH μειώνονται και η παραγωγή ούρων επανέρχεται στα φυσιολογικά [19].

Το μεγαλύτερο ποσοστό του πληθυσμού μπορεί εύκολα να καλύψει τις ημερήσιες ανάγκες του σε υγρά με βάση μόνο το αίσθημα της δίψας. Υπάρχουν όμως αμφιβολίες αν μόνο με το αίσθημα της δίψας μπορούμε να έχουμε βέλτιστα επίπεδα υδάτωσης στο σώμα. Για παράδειγμα, όταν υπάρχει περίσσεια φαγητού

και νερού, και έχουμε φυσιολογικές κλιματικές συνθήκες, το αίσθημα της δίψας εμφανίζεται σπάνια. Έτσι λοιπόν, η οδηγία να πίνετε όταν διψάτε θα πρέπει να δίνεται μόνο σε υγιή άτομα, χωρίς αυτά να αθλούνται συστηματικά. Σε αρκετές περιπτώσεις, το αίσθημα της δίψας δεν είναι αρκετό για να καλύψει ο οργανισμός τις ημερήσιες ανάγκες του σε υγρά, όπως στους αθλητές, στα βρέφη, στα άτομα με κάποια ασθένεια και στους ηλικιωμένους [17].

Να σημειώσουμε ακόμα πως η δίψα επέρχεται όταν ο οργανισμός έχει ήδη αφυδατωθεί σε ποσοστό 1-2 % του συνολικού σωματικού βάρους [20].

1.5 Αφυδάτωση και οι επιπτώσεις της στην αθλητική απόδοση

Η αφυδάτωση εμφανίζεται όταν η απώλεια υγρών είναι μεγαλύτερη από την πρόσληψη και ο βαθμός αφυδάτωσης είναι ευθέως ανάλογος με τη διαφορά ανάμεσα στην απώλεια και την πρόσληψη υγρών. Ο κύριος στόχος της αναπλήρωσης των υγρών κατά τη διάρκεια της άσκησης είναι η διατήρηση του όγκου του πλάσματος, ώστε να μπορεί να διατηρηθεί η λειτουργία του κυκλοφορικού συστήματος και η εφίδρωση σε μέγιστα επίπεδα [21]. Σε θερμό περιβάλλον, κατά τη διάρκεια της άσκησης οι υδατικές απώλειες συχνά είναι μεγαλύτερες από την πρόσληψη νερού έχοντας ως αποτέλεσμα υποϋδάτωση και απώλειες ηλεκτρολυτών. Έχει παρατηρηθεί ότι οι αθλητές όταν καταναλώνουν κατά βούληση υγρά κατά τη διάρκεια της άσκησης, αναπληρώνουν μόνο το 1/2 των υγρών που χάνονται. Η προγραμματισμένη κατανάλωση υγρών κατά τη διάρκεια της άσκησης με τέτοιο τρόπο ώστε η πρόσληψη υγρών να είναι σε πλήρη ισορροπία με την ποσότητα που χάνεται, είναι η ιδανική αντιμετώπιση για τη βέλτιστη αθλητική απόδοση [22].

Σημαντικός αριθμός μελετών έχουν δείξει ότι η μείωση του σωματικού νερού πέρα από το 2% του σωματικού βάρους (1-2% : μέτρια αφυδάτωση) μπορεί να προκαλέσει σημαντική μείωση της αθλητικής απόδοσης και της αντοχής [21]. Η αρχική παρατήρηση τότε είναι η αύξηση της θερμοκρασίας του πυρήνα του σώματος. Για κάθε 1% απώλεια του σωματικού βάρους λόγω εφίδρωσης, η θερμοκρασία του πυρήνα αυξάνεται κατά 0,15 με 0,20 °C [23]. Η μείωση αυτή έχει αποδοθεί σε προβλήματα στη θερμορύθμιση και στη λειτουργία του κυκλοφορικού συστήματος. Πιθανές εξηγήσεις για τη μείωση αυτή της αθλητικής απόδοσης είναι: 1) μείωση του όγκου του πλάσματος και κατά συνέπεια μειώνεται και η αιματική ροή στο δέρμα και ταυτόχρονα παρατηρείται και μια μείωση στον όγκο παλμού και 2) διαταραχή της λειτουργίας των ιδρωτοποιών αδένων και συγκεκριμένα παύση της εφίδρωσης στην προσπάθεια του αυτόνομου νευρικού συστήματος για τη διατήρηση του σωματικού νερού [24]. Ακόμη έχει φανεί πως η αφυδάτωση οδηγεί σε αύξηση του αισθήματος αντιλαμβανόμενης κόπωσης (RPE) και των επιπέδων του άγχους στους αθλητές [25]. Όλα τα φυσιολογικά συστήματα του ανθρώπινου σώματος επηρεάζονται από την αφυδάτωση και η έκταση της φθοράς του εκάστοτε συστήματος εξαρτάται από τον βαθμό της αφυδάτωσης.

Απώλεια άνω του 3% του σωματικού βάρους, είναι δυνατόν να επηρεάσει περαιτέρω τη φυσιολογική λειτουργία του οργανισμού και να προκαλέσει στον αθλητή γρήγορη κόπωση, κράμπες και θερμική εξάντληση ή ακόμα και θερμοπληξία [26]. Όσο θερμότερο το περιβάλλον τόσο μειώνεται η αθλητική απόδοση, επίσης αυξάνεται η συσσώρευση θερμότητας και μειώνεται η ανεκτικότητα του αθλητή στο ζεστό περιβάλλον [27].

Αφυδάτωση της τάξης του 4% και μεγαλύτερη, έχει σοβαρότερες επιπτώσεις στην αθλητική απόδοση και επιπρόσθετα σε αυτά που προαναφέρθηκαν μπορούν να παρατηρηθούν δυσκολίες στη συγκέντρωση, υπνηλία, πονοκέφαλοι. Τέλος, αφυδάτωση που φτάνει σε ποσοστό 8% μπορεί να οδηγήσει μέχρι και σε θάνατο[28].

1.6 Συστάσεις για την πρόσληψη υγρών κατά τη διάρκεια της άσκησης

Απαραίτητη κρίνεται η χρήση εξατομικευμένου πρωτόκολλου ενυδάτωσης για κάθε έναν αθλητή το οποίο θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη του διάφορους παράγοντες για να μπορεί ο κάθε αθλητής να επιτυγχάνει τα βέλτιστα επίπεδα υδάτωσης για την μεγαλύτερη αθλητική απόδοση. Οι παράγοντες αυτοί είναι: ο τύπος, η διάρκεια και η ένταση της άσκησης, ο ρυθμός εφίδρωσης, οι περιβαλλοντικές συνθήκες και η δυνατότητα κατανάλωσης υγρών κατά την άσκηση [29]. Οι αθλητές είναι βασικό να ξεκινούν την άσκηση έχοντας τα βέλτιστα επίπεδα υδάτωσης και να καταναλώνουν αρκετά υγρά κατά τη διάρκεια της άσκησης, αλλά και μετά το τέλος της για να εξισορροπήσουν τις απώλειες [29].

Το 2000 η δημοσίευση της National Athletic Trainers Association (NATA) αναφέρει ότι στις απώλειες σε υγρά θα πρέπει να συνυπολογίζονται οι απώλειες μέσω του ιδρώτα και των ούρων και ότι η αφυδάτωση δε θα πρέπει να ξεπερνά το 2% του σωματικού βάρους [30].

Κατά τη διάρκεια της άσκησης οι αθλητές συνήθως καταναλώνουν μικρότερες ποσότητες υγρών σε σύγκριση με τις απώλειες υγρών από το σώμα [31, 32]. Στόχος των αθλητών θα πρέπει να είναι η αναπλήρωση των απωλειών σε υγρά με σκοπό να αποφύγουν ποσοστό αφυδάτωσης μεγαλύτερο από 2% η οποία μπορεί να δημιουργήσει διάφορα προβλήματα [29].

Για πρακτικούς και μόνο λόγους, προτείνεται η κατανάλωση 150-250 mL κάθε 15 με 20 λεπτά άσκησης. Η ιδανική αντιμετώπιση όμως είναι το εξατομικευμένο πρωτόκολλο ενυδάτωσης καθώς υπάρχει πολύ μεγάλη διαφοροποίηση στο ρυθμό εφίδρωσης, μεταξύ των αθλητών[33]. Η συνήθης μέτρηση του βάρους πριν και μετά την άσκηση είναι χρήσιμη για τον προσδιορισμό του ποσοστού του ιδρώτα και την κατάρτιση εξατομικευμένων προγραμμάτων αναπλήρωσης υγρών. Ένα θέμα

υπό αμφισβήτηση στο χώρο της αθλητικής διατροφής είναι το κατά πόσο είναι απαραίτητη η αναπλήρωση των ηλεκτρολυτών που χάνονται κατά τη διάρκεια της άσκησης. Καθώς ο ιδρώτας περιέχει ηλεκτρολύτες (νάτριο, κάλιο, χλώριο, μαγνήσιο), είχε υποτεθεί αρχικά ότι κατά τη διάρκεια ενός αθλήματος αντοχής μπορούν να εμφανιστούν σημαντικές απώλειες ηλεκτρολυτών, οι οποίες θα πρέπει να αναπληρώνονται για τη βέλτιστη απόδοση. Ακόμη, ορισμένες έρευνες δείχνουν ότι τα διαλύματα ηλεκτρολυτών – γλυκόζης με ωραία γεύση, βοηθούν τον αθλητή να καταναλώσει περισσότερα υγρά σε σχέση με αυτά που θα κατανάλωνε αν χρησιμοποιούσε μόνο νερό για την αναπλήρωση των υγρών. Συνεπώς, η αυξημένη κατανάλωση υγρών είναι πιθανόν ωφέλιμη, αν και οι ηλεκτρολύτες ίσως να μην είναι απαραίτητοι [23][34].

Οι αθλητές καλό θα είναι να μάθουν να αξιολογούν τις ανάγκες τους για ενυδάτωση και να ακολουθούν μια εξατομικευμένη στρατηγική ενυδάτωσης, η οποία θα λαμβάνει υπόψη της τις περιβαλλοντικές συνθήκες, το είδος της άσκησης και τις ατομικές ανάγκες. Τέλος, μεγάλη προσοχή θα πρέπει να δίνεται στην ποσότητα των υγρών που καταναλώνονται, ώστε να μη δημιουργούν στομαχικές ενοχλήσεις (φούσκωμα, δυσφορία) στους αθλητές από υπερκατανάλωση, οι οποίες μπορεί να μειώσουν την αθλητική απόδοση [30].

1.7 Ακούσια αφυδάτωση

Το φαινόμενο της καθυστέρησης στην πλήρη αποκατάσταση του ελλείμματος νερού στο σώμα ακόμα και μετά την κατανάλωση υγρών, έχει χαρακτηριστεί με τον όρο ακούσια αφυδάτωση και εμφανίζεται ακόμα και στους επαγγελματίες αθλητές υψηλού επιπέδου με σοβαρές ή μη επιπτώσεις στην υγεία και την αθλητική τους απόδοση [33]. Από αρκετές μελέτες έχει φανεί ότι παρά την ελεύθερη πρόσβαση σε ή ύπαρξη νερού σε αθλητικούς χώρους, οι αθλητές τελειώνοντας την άσκηση είναι

αφυδατωμένοι. Το φαινόμενο αυτό παρουσιάζεται ανεξάρτητα από τις καιρικές συνθήκες που επικρατούν [35].

Έχει περιγραφεί εκτενώς, αλλά λίγα σχετικά είναι γνωστά για το φυσιολογικό μηχανισμό της ακούσιας αφυδάτωσης. Συμβαίνει κυρίως όταν ο οργανισμός εκτίθεται σε διάφορες καταπονήσεις (στρες), συμπεριλαμβάνοντας την άσκηση, την ζέστη ή το κρύο, το υψόμετρο, την αφυδάτωση μεμονωμένα ή σε διάφορους συνδυασμούς. Το επίπεδο της ακούσιας αφυδάτωσης είναι περίπου ανάλογο με το βαθμό του συνολικού στρες στο οποίο υποβλήθηκε το σώμα. Φαίνεται να ελέγχεται από περισσότερους από έναν παράγοντες συμπεριλαμβάνοντας, τα κοινωνικά έθιμα που επηρεάζουν τι καταναλώνουμε, τη χωρητικότητα και το ρυθμό απορρόφησης του ρευστού από το γαστρεντερικό σύστημα και τα επίπεδα της κυτταρικής ενυδάτωσης [36].

Δεδομένου επίσης ότι οι άνθρωποι πίνουν ενώ δεν υπάρχει κανένα προφανές φυσιολογικό ερέθισμα, η ψυχολογική συνιστώσα θα πρέπει πάντα να λαμβάνεται υπόψη κατά τη διερεύνηση του συνόλου των μηχανισμών της κατανάλωσης υγρών [36].

1.8 Στόχος της μελέτης

Ο σκοπός της συγκεκριμένης μελέτης είναι η αξιολόγηση της επίδρασης των επιπέδων ενυδάτωσης στην ποδηλατική απόδοση, κατά την εξομοίωση με αγώνα δρόμου αντοχής, συγκρίνοντας την κατά βούληση κατανάλωση νερού με τη συνταγογραφούμενη κατάποση. Η μελέτη πραγματοποιήθηκε σε διαδρομή τύπου circuit, σε σταθερό θερμό περιβάλλον με θερμοκρασία $31,6 \pm 0,5$ ° C, θέτοντας και στις δυο περιπτώσεις όλους τους εθελοντές στο ίδιο ακριβώς πρωτόκολλο άσκησης.

Ο κάθε εθελοντής δοκιμάστηκε σε τρεις ακριβώς ίδιες δοκιμασίες σε διάρκεια και σε ένταση. Ο μόνος παράγοντας που διαφοροποιούνταν ήταν η ποσότητα νερού που κατανάλωναν οι αθλητές.

Να σημειωθεί πως η μελέτη ήταν διπλά τυφλή και τυχαιοποιημένη. Ακόμη, η διάρκεια της κάθε δοκιμασίας ήταν 1,5 ώρα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Μεθοδολογία

Στην παρούσα έρευνα έλαβαν μέρος 10 υγιείς εθελοντές, όλοι τους ποδηλάτες υψηλού επιπέδου. Τα ανθρωπομετρικά τους χαρακτηριστικά φαίνονται στον Πίνακα 1. Η επιλογή των εθελοντών έγινε έτσι ώστε όλοι τους να μπορούν να ανταπεξέλθουν στην δοκιμασία της έρευνας, όπου ήταν όμοια με έναν αγώνα αντοχής. Οι εθελοντές μας έπρεπε να πληρούν κάποια επιπλέον χαρακτηριστικά, τα οποία είναι τα ακόλουθα : να μην καπνίζουν, να μην πάσχουν από κάποιο νόσημα και να μη λαμβάνουν κάποιο σκεύασμα όπως διουρητικά ή κάποιο άλλο φάρμακο.

Αφού πρώτα οι εθελοντές έδωσαν γραπτά τη συγκατάθεσή τους για τη συμμετοχή τους, τα πειράματα πραγματοποιήθηκαν τους θερινούς μήνες σε ειδικά διαμορφωμένα εργαστήρια στο χώρο του Χαροκόπειου Πανεπιστημίου.

Η ανάλυση σύστασης σώματος πραγματοποιήθηκε με τη χρήση της μεθόδου απορροφησιομετρίας ακτίνων X διπλής ενέργειας Dual Energy X-ray absorptiometry (DEXA). Με τη μέθοδο αυτή προσδιορίζεται με μεγάλη ακρίβεια η οστική μάζα, ο λιπώδης ιστός καθώς και ο μυϊκός ιστός ανά περιοχή σώματος των εθελοντών.

Πίνακας 1

Αριθμός εθελοντών	10
Ηλικία (έτη)	30±5
Βάρος (Kg)	76,2±7,2
Ύψος (m)	180±7
Μέγιστη Ισχύς (Watt)	391,5±33
Ποσοστό Λίπους (%)	10,5±3,3
Μέγιστη Πρόσληψη Οξυγόνου (ml*kg⁻¹*min⁻¹)	61,3±5,2

Οι τιμές ± είναι οι μέσες τιμές S

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ

Όλες οι πειραματικές δοκιμές διεξήχθησαν πρωινές ώρες αφού είχε τηρηθεί ολονύκτια νηστεία, τουλάχιστον 10 ωρών, από τους εθελοντές. Η θερμοκρασία περιβάλλοντος ήταν σταθερή καθ' όλη τη διάρκεια και συγκεκριμένα ήταν στους 31,6 ° C με τη βοήθεια ενός ειδικού οργάνου.

Την ημέρα πριν από κάθε δοκιμασία οι εθελοντές έπρεπε να τηρήσουν συγκεκριμένες οδηγίες, οι οποίες τους είχαν δοθεί γραπτά. Οι οδηγίες αυτές ήταν οι ακόλουθες :

- Την ημέρα πριν από κάθε δοκιμασία μην καταναλώνεται ποτά που περιέχουν καφεΐνη (π.χ. καφέ, Coca Cola) ή αλκοόλ
- Φροντίστε να είστε επαρκώς ενυδατωμένος την ημέρα κάθε δοκιμής. Για το σκοπό αυτό καταναλώστε επαρκείς ποσότητες υγρών (1,5-2 λίτρα) την προηγούμενη ημέρα και δύο ποτήρια νερό πριν κοιμηθείτε.
- Απέχετε από οποιαδήποτε επίπονη σωματική δραστηριότητα την προηγούμενη μέρα κάθε δοκιμής, και ιδιαίτερα από προπόνηση
- Καταναλώστε το χάπι της εσωτερικής θερμοκρασίας 10 ώρες πριν την έναρξη της μελέτης.
- Μην ξεχάσετε τα πρώτα πρωινά σας ούρα. Ουρήστε στον ουροσυλλέκτη.
- Την ημέρα κάθε δοκιμής να βρίσκεστε στο εργαστήριο στις 9:00 π.μ., χωρίς να έχετε καταναλώσει πρωινό.
- Να έχετε μαζί σας ποδηλατική ενδυμασία (2 σορτς , ποδηλατικά ρούχα, πεντάλ , πετσέτα και το ποδήλατό σας).

Επίσης, θα έπρεπε να συμπληρώσουν ένα μονοήμερο ημερολόγιο καταγραφής τροφίμων και υγρών. Το ημερολόγιο αυτό θα περιλάμβανε μια ημέρα στην οποία δε θα είχαν κάνει προπόνηση και θα καταγράφονταν λεπτομερώς όλα τα τρόφιμα και υγρά που καταναλώθηκαν. Στη συνέχεια δίνονταν οι οδηγίες στους εθελοντές να ακολουθούν το διαιτολόγιο αυτό την ημέρα πριν την επίσκεψή τους στο Πανεπιστήμιο. Ο λόγος αυτής της διαδικασίας ήταν να ελαχιστοποιηθούν οι διαφορές στις συγκεντρώσεις του μυϊκού γλυκογόνου την ημέρα του πρωτόκολλου.

Η ενημέρωση για την κατάποση των χαπιών εσωτερικής θερμοκρασίας κρίνεται απαραίτητη 10 ώρες πριν την έναρξη της δοκιμασίας για να αποφευχθεί η πιθανή δυσλειτουργία τους κατά την κατάποση υγρών στο στάδιο του πρωτοκόλλου αφυδάτωσης και κατά την διάρκεια της circuit διαδρομής[37].

ΕΡΓΟΜΕΤΡΙΚΟ ΤΕΣΤ / ΑΝΘΡΩΠΟΜΕΤΡΙΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

(1^η επίσκεψη)

Στην πρώτη επίσκεψη των εθελοντών μας στο εργαστήριο πραγματοποιήσαμε τεστ μέγιστης αερόβιας ικανότητας σε κυκλοεργόμετρο (Monark 839E, Sweden) με σκοπό να υπολογίσουμε την μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου ($VO_2 \max$) καθώς και τη μέγιστη ένταση της άσκησης ($W \max$) που μπορεί να φτάσει ο κάθε αθλητής. Τα παραπάνω είναι κρίσιμα στοιχεία για τη σωστή διεξαγωγή της μελέτης.

Κατά τη δοκιμασία της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου ($VO_2 \max$) οι εθελοντές, μετά από πεντάλεπτη προθέρμανση, ποδηλάτησαν στα 100 W επί 1 λεπτό. Μετά από αυτό το σημείο η ισχύς αυξανόταν κατά 20 W/λεπτό μέχρι θεληματικής εξάντλησης.

Σε όλη τη διάρκεια της δοκιμής ο εθελοντής φοράει ειδική μάσκα ανταλλαγής αερίων και τα αέρια εκπνοής αναλύθηκαν μέσω ενός online αναλυτή αερίων (MedGraphics Ultima Series, St. Paul, MN) για τον προσδιορισμό του μεταβολικού προφίλ ενώ

έλεγχος της καρδιακής συχνότητας πραγματοποιήθηκε με καρδιοσυχνόμετρο της Suunto Tc6.

Επιπλέον, την ίδια μέρα, πραγματοποιήθηκε καταγραφή των ατομικών στοιχείων των εθελοντών, μέτρηση του ύψους με αναστημόμετρο (SECA) και του βάρους με τη χρήση ζυγού ακριβείας (SECA, model 700, Hamburg, Germany) φορώντας μόνο το αθλητικό κολάν και έγινε ανάλυση της σύστασης σώματος με τη χρήση της μεθόδου απορροφησιομετρίας ακτίνων X διπλής ενέργειας Dual Energy X-ray absorptiometry (DEXA).

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΡΥΘΜΟΥ ΕΦΙΔΡΩΣΗΣ

(2η επίσκεψη)

Στη δεύτερη επίσκεψη, οι εθελοντές είχαν την ευκαιρία να εξοικειωθούν με το πειραματικό πρωτόκολλο, αφού η δοκιμασία στην οποία έλαβαν μέρος ήταν πανομοιότυπη με την τελική προσομοίωση αγώνων αντοχής.

Ο εθελοντής έφερνε μαζί του στο εργαστήριο τα πρώτα πρωινά ούρα σε ειδικό αποστειρωμένο δοχείο συλλογής ούρων, τα οποία αμέσως αναλύονταν στο εργαστήριο. Με την άφιξή τους κατανάλωναν συγκεκριμένο πρωινό που είχε ετοιμαστεί από εμάς, 30 λεπτά μετά την κατανάλωση του πρωινού γεύματος μπορούσε να ξεκινήσει η δοκιμασία.

Το πρωινό αποτελούνταν από 2 φέτες μαύρο ψωμί του τοστ με μια κουταλιά της σούπας μέλι σε κάθε φέτα.

Επιπλέον, οι αθλητές ζυγίζοντουσαν (μόνο με το ποδηλατικό τους κολάν) και καταγράφαμε το σωματικό τους βάρος.

Αμέσως μετά, γινόταν η αιμοληψία για ανάλυση στο εργαστήριο χρήσιμων δεικτών.

Περίπου μισή ώρα μετά και αφού οι εθελοντές είχαν χαλαρώσει, ξεκινούσαμε τη διαδικασία για το πρωτόκολλο ρυθμού εφίδρωσης. Στο πρωτόκολλο του ρυθμού εφίδρωσης οι εθελοντές ακολουθούσαν ακριβώς το πρωτόκολλο της εξομοίωσης του αγώνα αντοχής, το οποίο θα περιγραφεί αναλυτικά στη συνέχεια.

Να σημειωθεί ότι ο αθλητής έπινε, σε αυτή τη φάση, όσο νερό ήθελε και το μόνο που παρατηρούσαμε ήταν ο ρυθμός εφίδρωσης. Ο υπολογισμός αυτού πραγματοποιήθηκε συνυπολογίζοντας την ποσότητα νερού που καταναλώθηκε, οι διακυμάνσεις στο σωματικό βάρος και τυχόν απώλεια ούρων.

Ακόμη στη δοκιμασία αυτή καταγράφηκαν και όλα τα υπόλοιπα στοιχεία του πρωτόκολλου (καρδιακή συχνότητα και αρτηριακή πίεση). Η καρδιακή συχνότητα (HR) μετρήθηκε συνεχώς χρησιμοποιώντας έναν μετρητή – οθόνη M5 Suunto, Finland. Ενώ η Αρτηριακή Πίεση μετρήθηκε πριν και μετά από κάθε ανάβαση 5 Km με τη βοήθεια ενός ανεροειδούς πιεσόμετρου και ενός στηθοσκοπίου.

Κατά την 2^η αυτή επίσκεψη των αθλητών είχαμε ως στόχο να υπολογιστεί ακριβώς η ποσότητα του νερού που θα χρειαστεί να καταναλώσει ο εθελοντής, στο πρωτόκολλο της συνταγογραφούμενης ενυδάτωσης, έτσι ώστε να διατηρηθεί σταθερό το σωματικό του βάρος.

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ

Αφού είχε ολοκληρωθεί η αιμοληψία, οι εθελοντές ξεκινούσαν τη διαδικασία του πρωτοκόλλου. Πρώτα απ' όλα γινόταν μέτρηση του σωματικού βάρους, οι εθελοντές δεν θα έπρεπε να γνωρίζουν ποιο είναι το αρχικό σωματικό τους βάρος έτσι ώστε να μην συσχετίζουν την ποδηλατική τους απόδοση με το σωματικό τους βάρος και τυχόν απώλεια σε σχέση με το αρχικό.

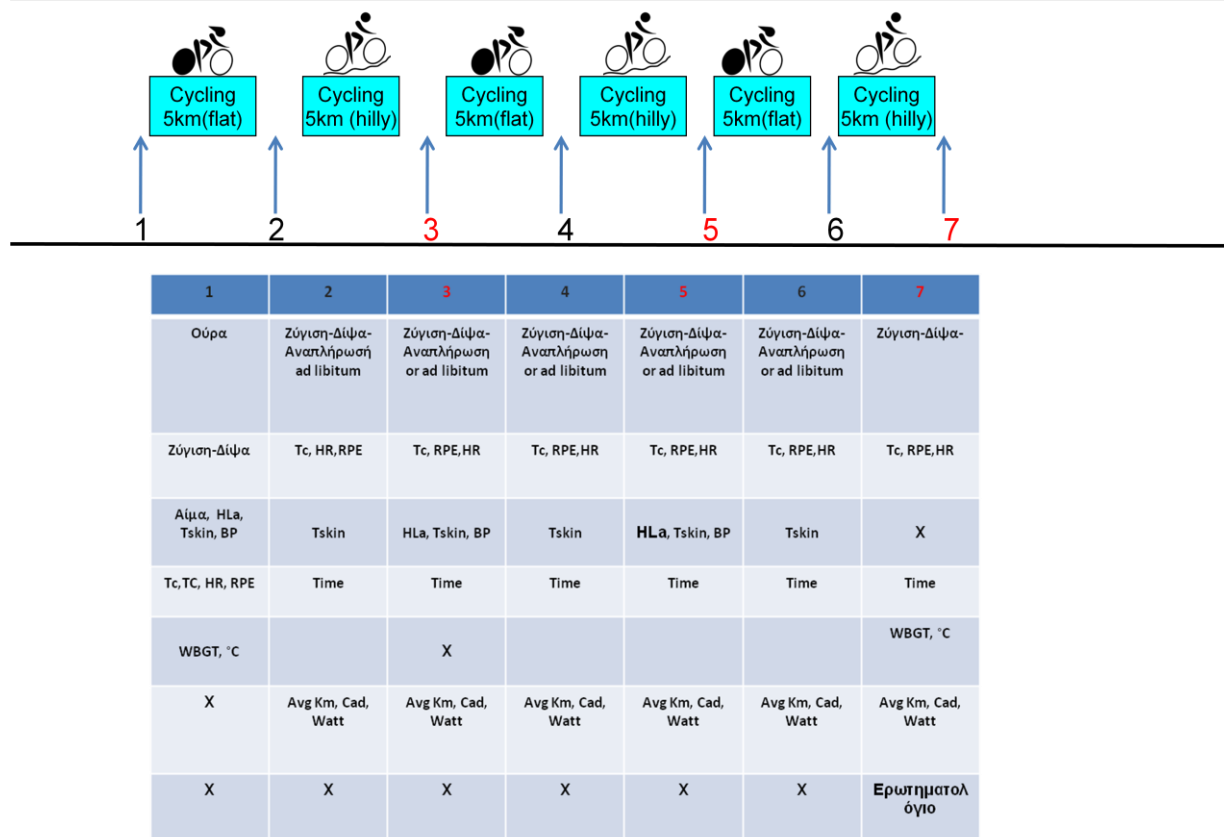
Η εξομοίωση έγινε με ένα σταθερό ηλεκτρονικό προπονητήριο CompuTrainer, ο κάθε εθελοντής έφερνε στο εργαστήριο το δικό του προσωπικό ποδήλατο και το προσαρμόζαμε στο προπονητήριο. Αυτό το συνδέαμε με έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή για να μπορούμε να καταγράφουμε όλα τα δεδομένα που χρειαζόμασταν.

Η διαδικασία περιλάμβανε τρία σενάρια από τα ακόλουθα:

- 5 Km σε ευθεία, στο 50% των watt που αντιστοιχούν στη μέγιστη αερόβια ικανότητα του κάθε εθελοντή και
- 5 Km με 3% ανηφορική κλίση στο W_{max} , στη μέγιστη ένταση της άσκησης.

Η επίδραση του εξατομικευμένου πρωτόκολλου ενυδάτωσης στην ποδηλατική απόδοση και την καρδιακή λειτουργία

Μεθοδολογία μελέτης



Εικόνα 2

Σε ειδικά διαμορφωμένο πίνακα καταγράφονταν καθ' όλη τη διάρκεια της εξομίωσης η εσωτερική θερμοκρασία, οι καρδιακοί παλμοί, η μέση ταχύτητα, η μέση ένταση της άσκησης και ο ρυθμός πεταλιάς του αθλητή ανά λεπτό. Επιπρόσθετα, μετρούσαμε την επιδερμική θερμοκρασία κάθε 1Km σε τέσσερα διαφορετικά σημεία του σώματος (στήθος – μηρός – βραχίονας – γαστροκνήμιο).

Δευτερόλεπτα πριν ολοκληρωθεί κάθε μέρος της διαδικασίας της εξομίωσης γινόταν μέτρηση των επιπέδων του γαλακτικού οξέος στο αίμα (Accutrend Lactate, Roche Diagnostics, Mannheim, Germany) και της αρτηριακής πίεσης (Standby, Baumanometer, NY, USA).

Τελειώνοντας κάθε κομμάτι των 5 Km οι εθελοντές ζυγίζονταν πάλι, χωρία να ενημερώνονται οι ίδιοι για τυχόν αλλαγή στο σωματικό τους βάρος. Επίσης, συμπλήρωναν μια κλίμακα αντιλαμβανόμενης κόπωσης RPE, κατέγραφαν τα επίπεδα

της δίψας τους και το αίσθημα πληρότητας στο στομάχι τους, όλα αυτά σε ειδικά διαμορφωμένες κλίμακες.

Το διάλειμμα ανάμεσα σε κάθε μέρος της διαδικασίας ήταν μικρότερο του ενός λεπτού, έτσι ώστε να μην πέσουν τα επίπεδα των καρδιακών παλμών των εθελοντών με σκοπό να έχουμε την καλύτερη εξομοίωση πραγματικού αγώνα.

Τέλος, με την ολοκλήρωση της διαδικασίας γίνονταν ξανά αιμοληψία και συλλογή ούρων σε ουροσυλλέκτη για την ανάλυση τους στο εργαστήριο.

ΒΑΣΙΚΕΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΣΕ ΤΥΧΑΙΑ ΣΕΙΡΑ

(3^η και 4^η επίσκεψη)

1. Διαδικασία εξομοίωσης του δρόμου αντοχής με κατά βούληση (AD libitum) κατανάλωση νερού.

Σε αυτή τη διαδικασία, οι αθλητές κατανάλωναν κατά βούληση όση ποσότητα νερού επιθυμούσαν με βάση το αίσθημα της δίψας. Η κατανάλωση νερού επιτρεπόταν αυστηρά μόνο όταν ήταν πάνω στο ποδήλατο και όχι στα διαλείμματα όπου ο εθελοντής βρισκόταν κάτω από αυτό.

2. Διαδικασία εξομοίωσης του δρόμου αντοχής με συνταγογραφούμενη ενυδάτωση (PD).

Σε αυτή τη διαδικασία, οι αθλητές κατανάλωναν την ποσότητα νερού που τους δινόταν κάθε 1 Km, με βάσει τον προσωπικό τους ρυθμό εφίδρωσης που είχε υπολογιστή κατά την προηγούμενη διαδικασία ρυθμού εφίδρωσης.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ

Αφού είχαμε παραλάβει τα δείγματα ακολουθούσε ανάλυση χρώματος, ειδικού βάρους και ωσμωτικότητας ούρων.

Τα δείγματα αίματος αναλύονταν άμεσα με 3 διαφορετικές διαδικασίες. Για τον προσδιορισμό του αιματοκρίτη, της αιμοσφαιρίνης και του όγκου του πλάσματος.

ΑΝΑΛΥΣΗ ΧΡΩΜΑΤΟΣ ΟΥΡΩΝ

Αποτελεί μια εύκολη και σχετικά γρήγορη διαδικασία. Εκτιμά άμεσα το πόσο καλά είναι ενυδατωμένοι αθλητές και όχι μόνο. Για την αξιολόγηση αυτή χρησιμοποιήσαμε την 8βάθμια κλίμακα του Armstrong.

Με βάση την παραπάνω κλίμακα, θεωρείται καλά ενυδατωμένος κάποιος που το χρώμα των ούρων του είναι ανάμεσα στο 1, 2 και 3. Ήπια αφυδατωμένος ανάμεσα στο 4-6 και σοβαρά αφυδατωμένος μεταξύ 7 και 8.

ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ ΟΥΡΩΝ (USG)

Για να προσδιορίσουμε το ειδικό βάρος ούρων χρησιμοποιήσαμε το διαθλασίμετρο Atago. Η μέθοδος αυτή βασίζεται στο δείκτη διάθλασης, ο οποίος προκύπτει από το λόγο της ταχύτητας του φωτός στο κενό προς την ταχύτητα του φωτός στο διάλυμα.

Το USG αναφέρεται στην πυκνότητα ενός διαλύματος σε σύγκριση με το καθαρό νερό. Κάθε υγρό πυκνότερο από το νερό, έχει ειδικό βάρος μεγαλύτερο από 1.000. (USG H₂O = 1,000)

USG: 1.010 – 1.020 , καλά ενυδατωμένος

USG: 1.020 – 1.025, ελαφρά αφυδατωμένος

USG: 1.025 – 1.030, σημαντικά αφυδατωμένος

USG: >1.030, σοβαρά αφυδατωμένος

ΩΣΜΩΤΙΚΟΤΗΤΑ ΟΥΡΩΝ

Η διαδικασία πραγματοποιείται με ένα ωσμόμετρο (AdvancedTM Osmometer Model 3D3), το οποίο προσδιορίζει τη συνολική ποσότητα διαλυμένων ουσιών στα ούρα. Η

ωσμωτικότητα αυξάνεται κατά την αφυδάτωση, τιμές $> 700 \text{ mOsm/L}$ δηλώνουν αφυδάτωση.

ΑΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ

Για το σωστό υπολογισμό των επιπέδων υδάτωσης είναι απαραίτητος ο προσδιορισμός του αιματοκρίτη, αλλά και της αιμοσφαιρίνης στο αίμα.

Όταν οι δείκτες αυτοί μεταβάλλονται τα αποτελέσματα που λαμβάνουμε αναφέρονται στη μεταβολή του όγκου του πλάσματος και όχι του συνολικού νερού του σώματος.

Ο αιματοκρίτης (Hct) μετρήθηκε τρεις φορές από το αίμα χρησιμοποιώντας την τεχνική των τριχοειδών σωλήνων, αφού έγινε φυγοκέντριση για 5min, στα 9,500 g. Η αλλαγή του ποσοστού στον όγκο πλάσματος (%ΔPV) υπολογίστηκε χρησιμοποιώντας την εξίσωση Dill and Costill's [3838].

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Αποτελέσματα

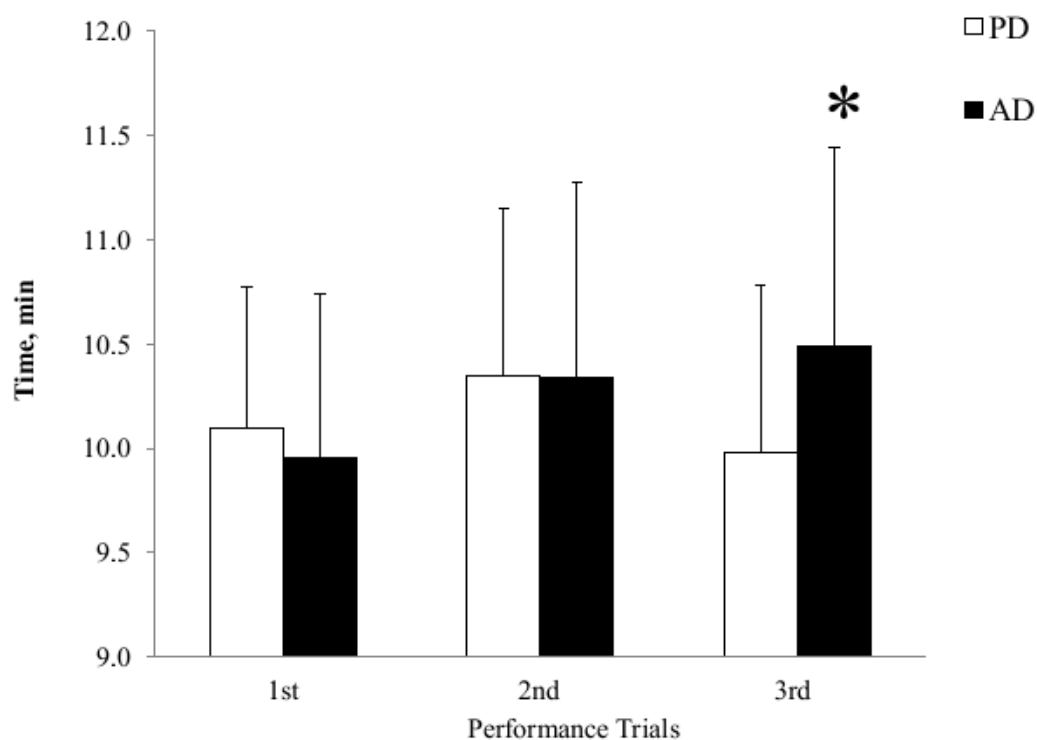
Όλες οι τιμές των αποτελεσμάτων παρουσιάζονται ως μέση τιμή και συνοδεύονται από την τυπική τους απόκλιση SD ($\pm$). Για την αξιολόγηση των διαφορών στις PD και AD δοκιμασίες καθώς και των αντίστοιχων χρονικών στιγμών, χρησιμοποιήθηκαν γενικευμένα γραμμικά μοντέλα {Generalized Estimating Equations (GEE)}.

Το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας γι' αυτόν τον έλεγχο καθορίστηκε στο $p < 0.05$. Για τον έλεγχο των υποθέσεων της συγκεκριμένης μελέτης χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πακέτο SPSS 19 για Windows.

Πίνακας 2: Χρόνος ολοκλήρωσης ανηφορικών κομματιών (min)

	AD	PD
1 ^ο ανηφορικό	10,0 $\pm$ 0,8	10,1 $\pm$ 0,7
2 ^ο ανηφορικό	10,3 $\pm$ 0,9	10,3 $\pm$ 0,8
3 ^ο ανηφορικό	10,5 $\pm$ 0,9*	10,0 $\pm$ 0,8*

Εικόνα 3: Χρόνος ολοκλήρωσης ανηφορικών κομματιών (min)



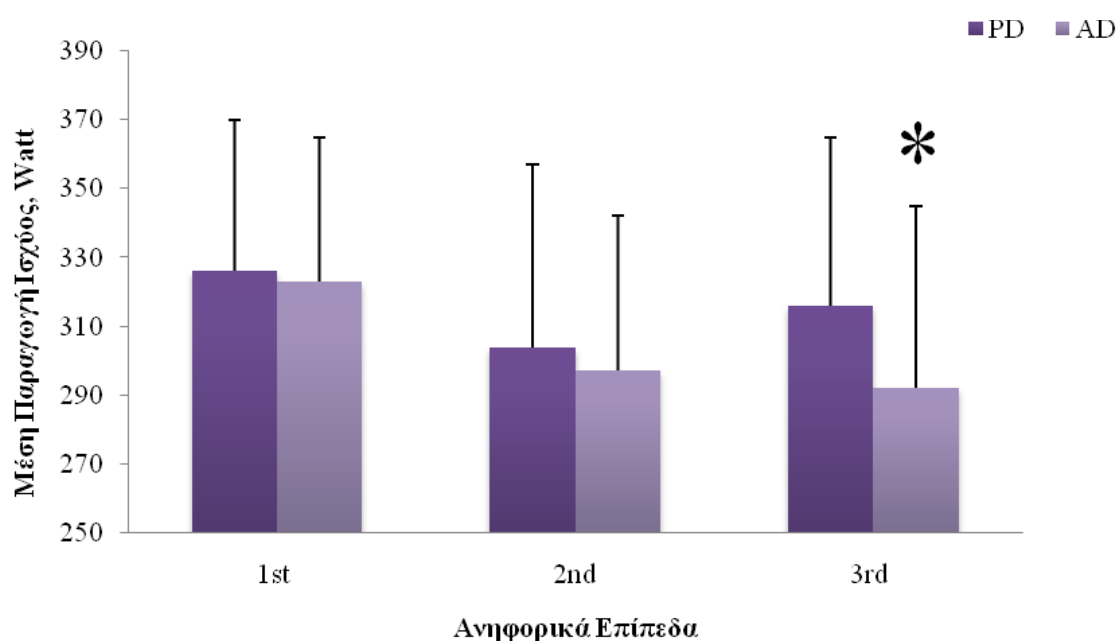
οι τιμές παρουσιάζονται ως μέση τιμή $\pm$ τυπική απόκλιση.

*υποδηλώνει στατιστικά σημαντική διαφορά ($P < 0.05$) μεταξύ των δοκιμασιών στις ίδιες χρονικές στιγμές

Πίνακας 3: Μέση παραγωγή ισχύος ανηφορικών κομματιών (watt)

	AD	PD
1 ^ο ανηφορικό	323 $\pm$ 42	326 $\pm$ 44
2 ^ο ανηφορικό	297 $\pm$ 45	304 $\pm$ 53
3 ^ο ανηφορικό	292 $\pm$ 53*	316 $\pm$ 49*

Εικόνα 4: Μέση παραγωγή ισχύος ανηφορικών κομματιών (watt)



οι τιμές παρουσιάζονται ως μέση τιμή $\pm$ τυπική απόκλιση.

*υποδηλώνει στατιστικά σημαντική διαφορά ($P < 0.05$) μεταξύ των δοκιμασιών στις ίδιες χρονικές στιγμές

Πίνακας 4: Καρδιακή συχνότητα ανηφορικών κομματιών (beats/min)

	AD	PD
1 ^ο ανηφορικό	168 $\pm$ 8	171 $\pm$ 9
2 ^ο ανηφορικό	169 $\pm$ 8	171 $\pm$ 9
3 ^ο ανηφορικό	170 $\pm$ 9	173 $\pm$ 9

οι τιμές παρουσιάζονται ως μέση τιμή $\pm$ τυπική απόκλιση.

Δεν υποδηλώνει στατιστικά σημαντική διαφορά ($P > 0.05$) μεταξύ των δοκιμασιών στις ίδιες χρονικές στιγμές

Πίνακας 5: Ρυθμός ποδηλασίας RPM (στροφές πεταλιού)

	AD	PD
1 ^ο ανηφορικό	89±10	91±9
2 ^ο ανηφορικό	88±10	91±7
3 ^ο ανηφορικό	86±10	90±7

οι τιμές παρουσιάζονται ως μέση τιμή ± τυπική απόκλιση.

Δεν υποδηλώνει στατιστικά σημαντική διαφορά ($P>0.05$) μεταξύ των δοκιμασιών στις ίδιες χρονικές στιγμές

Πίνακας 6: Ποσοστό αφυδάτωσης – Μείωση ΣΒ

	PD		AD	
	Pre	Post	Pre	Post
BW, Kg	75,6±7	75,2±7	75,5±7	74,1±7*
ΔBW, Kg	-	-0,4±0,2	-	-1,4±0,5*
ΔBW, %	-	-0,5±0,3 %	-	-1,8±0,7 %*

BW: Σωματικό βάρος

ΔBW: διαφορά στο σωματικό βάρος

οι τιμές παρουσιάζονται ως μέση τιμή ±SD

* δηλώνει στατιστική σημαντικότητα ($p<0.05$) μεταξύ των 2 δοκιμασιών για τις ίδιες χρονικές στιγμές

Πίνακας 7: Αιματοκρίτης (Hct)

PD		AD	
pre	post	pre	post
43,5±2,0	45,3±2,7	43,7±2,9	45,4±2,4

οι τιμές παρουσιάζονται ως μέση τιμή ±SD

Πίνακας 8: Ωσμωτικότητα πλάσματος

PD		AD	
pre	post	pre	post
288±2	290±2	288±2	294±2

οι τιμές παρουσιάζονται ως μέση τιμή ±SD

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Συζήτηση και Συμπεράσματα

Στην παρούσα μελέτη εξετάσαμε την επίδραση της κατά βούληση ενυδάτωσης σε σύγκριση με τη συνταγογραφούμενη κατανάλωση νερού στην ποδηλατική απόδοση, σε αθλητές υψηλού επιπέδου. Η παραπάνω μελέτη που πραγματοποιήσαμε είναι ίσως η μόνη μέχρι στιγμής που μελετά το ρόλο του εξατομικευμένου πρωτόκολλου ενυδάτωσης του οργανισμού, κατά τη διάρκεια άσκησης υψηλής έντασης. Αυτό που την ξεχωρίζει από άλλες υπάρχουσες μελέτες είναι ότι η ενυδάτωση πραγματοποιείται σε επίπεδα που δεν παρατηρείται μείωση στο σωματικό βάρος των αθλητών (<2 %).

Το βασικό εύρημα στη μελέτη μας είναι ότι όταν οι ποδηλάτες καταναλώνουν νερό με βάση τις απώλειες τους μέσω της εφίδρωσης, κατά τη διάρκεια της άσκησης, παρουσιάζουν βελτίωση στην αθλητική τους απόδοση συγκριτικά με την κατανάλωση νερού κατά βούληση και με βάση το αίσθημα της δίψας.

Στη δοκιμασία συνταγογραφούμενης κατανάλωσης υγρών (AD) οι ποδηλάτες ξεκίνησαν τη δοκιμή ανηφορικής ποδηλασίας με υδατική απώλεια - 0.2 % $\pm$ 0.2 kg (- 0.3 $\pm$ 0.3 % BW) ενώ στη δοκιμασία κατά βούλησης κατανάλωσης υγρών ξεκίνησαν τη δοκιμή ανηφορικής ποδηλασίας χωρίς καμία απώλεια ύδατος.

Η απόδοση των εθελοντών στο 1^ο και 2^ο ανηφορικό κομμάτι στη AD δοκιμασία, δε φάνηκε να επηρεάζεται αρνητικά, αυτό μπορεί να οφείλεται στο ότι δεν είχαν μειωθεί αρκετά τα επίπεδα υδάτωσης. Οι απώλειες έγιναν μεγαλύτερες κατά το 3^ο ανηφορικό κομμάτι και έτσι οι ποδηλάτες τερμάτισαν με απώλειες - 1,8 % του αρχικού σωματικού τους βάρους, ενώ στο εξατομικευμένο πρωτόκολλο με βάση το

ρυθμό εφίδρωσης, οι εθελοντές είχαν απώλειες – 0,5 % του αρχικού σωματικού τους βάρους. Συμπερασματικά λοιπόν βλέπουμε ότι λόγω της αυξημένης έντασης και της δυσκολίας της δοκιμασίας αλλά και της πιθανής εμφάνισης του φαινομένου της ακούσιας αφυδάτωσης, οι εθελοντές κατά την AD δοκιμασία δεν κατανάλωναν νερό και αυτό είχε ως αποτέλεσμα να προοδευτικά να μειώνονται τα επίπεδα υδάτωσης στο σώμα. Σε αντίθεση, η πολύ συχνή κατανάλωση νερού στην PD δοκιμασία, ίσως ενίσχυσε την απόδοση των αθλητών σε σύγκριση με την AD δοκιμασία λόγω της ενεργοποίησης των στοματοφαρυγγικών υποδοχέων, που αποδεδειγμένα έχουν φανεί οι θετικές επιδράσεις τους στην αθλητική απόδοση.

Ο συνολικός χρόνος ποδηλασίας (πίνακας 2) στο 1^ο και 2^ο ανηφορικό κομμάτι, δε βρέθηκε να διαφέρει μεταξύ AD και PD δοκιμών. Στη δοκιμασία PD ήταν $10,0 \pm 0,8$ λεπτά στο 1ο κομμάτι και $10,3 \pm 0,9$ min στο 2ο. Αντίστοιχα στη δοκιμασία AD ήταν $10,1 \pm 0,7$ min και $10,3 \pm 0,8$ min ($p>0,05$). Στο 3^ο όμως ανηφορικό κομμάτι, στη δοκιμή PD ο συνολικός χρόνος ήταν μικρότερος κατά 31 ± 30 δευτερόλεπτα σε σχέση με το συνολικό χρόνο στην AD δοκιμασία. Στη δοκιμασία PD ήταν $10,0 \pm 0,8$ λεπτά ενώ στη δοκιμασία AD ήταν $10,5 \pm 0,9$ min ($p<0,05$).

Η μέση παραγωγή ισχύος των εθελοντών στο 3^ο ανηφορικό κομμάτι ήταν καλύτερη κατά το εξατομικευμένο πρωτόκολλο ενυδάτωσης (PD) σε σύγκριση με την κατά βούληση κατανάλωση (AD). PD : ($316 \pm 49^* W$), AD : ($292 \pm 53^* W$), ($P<0,05$).

Όσον αφορά την καρδιακή συχνότητα, αλλά και το ρυθμό ποδηλασίας RPM (στροφές πεταλιού), τα αποτελέσματα δεν έδειξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές κατά τις δυο δοκιμασίες (AD και PD). Καταγράφηκαν όμως κατά τη διεξαγωγή των πειραμάτων, χαμηλότερος ρυθμός ποδηλασίας κατά την AD δοκιμασία σε σύγκριση με την PD, καθώς και χαμηλότερη καρδιακή συχνότητα.

Κλείνοντας, το εξατομικευμένο πρωτόκολλο ενυδάτωσης (PD) έδειξε να βελτιώνει την αθλητική απόδοση σε άσκηση τύπου circuit σε θερμό περιβάλλον, εν αντιθέσει με την κατά βούληση κατανάλωση νερού η οποία οδήγησε μετά την άσκηση σε ήπια αφυδάτωση (<2% BW). Αυτό μπορεί να αποδοθεί στο ότι στην δοκιμασία κατά βούληση κατανάλωσης υγρών, λόγω της αυξανόμενης έντασης και δυσκολίας της δοκιμασίας, οι εθελοντές δεν κατανάλωναν την απαιτούμενη ποσότητα υγρών με αποτέλεσμα προοδευτικά να μειώνονται τα επίπεδα υδάτωσης και να μειωθεί η αθλητική τους απόδοση.

Ακόμη, τα στοιχεία έδειξαν ότι και ένας ήπιος βαθμός αφυδάτωσης (1-2% του σωματικού βάρους) μπορεί να επιφέρει σοβαρή μείωση στην αθλητική απόδοση ποδηλασίας σε ανηφορικό τερέν ατομικής χρονομέτρησης ή σε αγώνα τύπου circuit με επαναλαμβανόμενα ανηφορικά κομμάτια προκαλώντας μεγαλύτερο θερμικό φορτίο.

Το εξατομικευμένο πρωτόκολλο ενυδάτωσης βελτίωσε την αθλητική απόδοση των εθελοντών σε αντίθεση με την κατά βούληση πρόσληψη νερού, κατά την οποία είχαμε μικρό βαθμό αφυδάτωσης (απώλεια <2% BW).

Παράρτημα

Εικόνα 5

Οδηγίες προς τους εθελοντές

Εθελοντής:.....

Ημερομηνία εξέτασης:.....

1. Την ημέρα πριν από κάθε δοκιμασία μην καταναλώνεται ποτά που περιέχουν καφεΐνη (π.χ. καφέ, Coca Cola) ή αλκοόλ.
2. Φροντίστε να είστε επαρκώς ενυδατωμένος την ημέρα κάθε δοκιμής. Για το σκοπό αυτό καταναλώστε επαρκείς ποσότητες υγρών (1,5-2 λίτρα) την προηγούμενη ημέρα και δύο ποτήρια νερό πριν κοιμηθείτε.
3. Απέχετε από οποιαδήποτε επίπονη σωματική δραστηριότητα την προηγούμενη μέρα κάθε δοκιμής, και ιδιαίτερα από προπόνηση.
4. Καταναλώστε το χάπι της εσωτερικής θερμοκρασίας 10 ώρες πριν την έναρξη της μελέτης.
5. Μην ξεχάσετε τα πρώτα πρωινά σας ούρα. Ουρήστε στον ουροσυλλέκτη.
6. Την ημέρα κάθε δοκιμής να βρίσκεστε στο εργαστήριο στις 9:00 π.μ., χωρίς να έχετε καταναλώσει πρωινό.
7. Να έχετε μαζί σας ποδηλατική ενδυμασία (2 σορτς , ποδηλατικά ρούχα, πεντάλ , πετσέτα και το ποδήλατό σας).

Εικόνα 6: Μέθοδοι αξιολόγησης επιπέδων υδάτωσης

Κατάσταση Υδάτωσης	0% αλλαγής σωματικού βάρους	Χρώμα ούρων	Ειδικό βάρος Ούρων
Καλά ενυδατωμένος	+1 έως -1	1 ή 2	<1.010
Ελαφρώς αφυδατωμένος	- 1 έως -3	3 ή 4	Ειδικό βάρος ούρων 1.010-1.020
Σημαντικά αφυδατωμένος	-3 έως -5	5 ή 6	Ειδικό βάρος ούρων 1.021-1.030
Σοβαρά αφυδατωμένος	> 5	> 6	Ειδικό βάρος ούρων >1.030

Εικόνα 7: Κλίμακα αντιλαμβανόμενης κόπωσης RPE

6	
7	Πάρα πολύ εύκολη
8	
9	Πολύ εύκολη
10	
11	Σχετικά εύκολη
12	
13	Κάπως δύσκολη
14	
15	Δύσκολη
16	
17	Πολύ δύσκολη
18	
19	Πάρα πολύ δύσκολη
20	

Εικόνα 8: Κλίμακα αξιολόγησης του αισθήματος της δίψας

Δοκιμαζόμενος # : _____ Χρόνος: _____
Δοκιμή: 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐

Πόσο διψασμένος αισθάνεσαι τώρα;

καθόλου Υπερβολικά
διψασμένος

Εικόνα 9: Κλίμακα αξιολόγησης του αισθήματος πληρότητας στο στομάχι

Δοκιμαζόμενος # : _____ Χρόνος: _____
Δοκιμή: 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐

Πόσο πλήρες αισθάνεσαι το στομάχι σου τώρα;

καθόλου Υπερβολικά
πλήρες

Βιβλιογραφία

1. Sawka, M.N., S.N. Cheuvront, and R. Carter, 3rd, *Human water needs*. Nutr Rev, 2005. **63**(6 Pt 2): p. S30-9.
2. Kavouras, S.A., *Assessing hydration status*. Curr Opin Clin Nutr Metab Care, 2002. **5**(5): p. 519-24.
3. Sherman, W.M., et al., *Muscle glycogen storage and its relationship with water*. Int J Sports Med, 1982. **3**(1): p. 22-4.
4. Olsson, K.E. and B. Saltin, *Variation in total body water with muscle glycogen changes in man*. Acta Physiol Scand, 1970. **80**(1): p. 11-8.
5. Saltin, B., *AEROBIC AND ANAEROBIC WORK CAPACITY AFTER DEHYDRATION*. J Appl Physiol, 1964. **19**: p. 1114-8.
6. Jequier, E. and F. Constant, *Water as an essential nutrient: the physiological basis of hydration*. Eur J Clin Nutr, 2010. **64**(2): p. 115-23.
7. Armstrong, L.E., *Assessing hydration status: the elusive gold standard*. J Am Coll Nutr, 2007. **26**(5 Suppl): p. 575s-584s.
8. Shirreffs, S.M., *Markers of hydration status*. Eur J Clin Nutr, 2003. **57 Suppl 2**: p. S6-9.
9. Convertino, V.A., et al., *American College of Sports Medicine position stand. Exercise and fluid replacement*. Med Sci Sports Exerc, 1996. **28**(1): p. i-vii.
10. Chumlea, W.C., et al., *Total body water data for white adults 18 to 64 years of age: the Fels Longitudinal Study*. Kidney Int, 1999. **56**(1): p. 244-52.
11. Haussinger, D., *The role of cellular hydration in the regulation of cell function*. Biochem J, 1996. **313 (Pt 3)**: p. 697-710.
12. Gropper, Smith, Groff, *Advanced Nutrition and Human Metabolism*, 4 (2), chapter14, p.580

13. Armstrong, L.E., et al., *Thermal and circulatory responses during exercise: effects of hypohydration, dehydration, and water intake*. J Appl Physiol (1985), 1997. **82**(6): p. 2028-35.
14. Barr, S.I. and D.L. Costill, *Water: can the endurance athlete get too much of a good thing?* J Am Diet Assoc, 1989. **89**(11): p. 1629-32, 1635.
15. Shirreffs, S.M., *The importance of good hydration for work and exercise performance*. Nutr Rev, 2005. **63**(6 Pt 2): p. S14-21.
16. Fitzsimons, J.T., *The physiological basis of thirst*. Kidney Int, 1976. **10**(1): p. 3-11.
17. Millard-Stafford, M., et al., *Thirst and hydration status in everyday life*. Nutr Rev, 2012. **70 Suppl 2**: p. S147-51.
18. Vander, Human Physiology , 8 (2), chapter 16, p. 709.
19. Armstrong, L.E., et al., *Human hydration indices: acute and longitudinal reference values*. Int J Sport Nutr Exerc Metab, 2010. **20**(2): p. 145-53.
20. Sagawa, S., et al., *Effect of dehydration on thirst and drinking during immersion in men*. J Appl Physiol (1985), 1992. **72**(1): p. 128-34.
21. Sawka, M.N., *Physiological consequences of hypohydration: exercise performance and thermoregulation*. Med Sci Sports Exerc, 1992. **24**(6): p. 657-70.
22. Noakes, T.D., *Fluid replacement during exercise*. Exerc Sport Sci Rev, 1993. **21**: p. 297-330.
23. Montain, S.J. and E.F. Coyle, *Influence of graded dehydration on hyperthermia and cardiovascular drift during exercise*. J Appl Physiol (1985), 1992. **73**(4): p. 1340-50.
24. Murray, R., *Dehydration, hyperthermia, and athletes: science and practice*. J Athl Train, 1996. **31**(3): p. 248-52.
25. Maughan, R.J. and N.L. Meyer, *Hydration during intense exercise training*. Nestle Nutr Inst Workshop Ser, 2013. **76**: p. 25-37.
26. Casa, D.J., *Exercise in the heat. I. Fundamentals of thermal physiology, performance implications, and dehydration*. J Athl Train, 1999. **34**(3): p. 246-52.

27. Sawka, M.N. and S.J. Montain, *Fluid and electrolyte supplementation for exercise heat stress*. Am J Clin Nutr, 2000. **72**(2 Suppl): p. 564s-72s.
28. Grandjean, A.C., K.J. Reimers, and M.E. Buyckx, *Hydration: issues for the 21st century*. Nutr Rev, 2003. **61**(8): p. 261-71.
29. Rodriguez, N.R., N.M. Di Marco, and S. Langley, *American College of Sports Medicine position stand. Nutrition and athletic performance*. Med Sci Sports Exerc, 2009. **41**(3): p. 709-31.
30. Casa, D.J., et al., *National athletic trainers' association position statement: fluid replacement for athletes*. J Athl Train, 2000. **35**(2): p. 212-24.
31. Arnaoutis, G., et al., *Water ingestion improves performance compared with mouth rinse in dehydrated subjects*. Med Sci Sports Exerc, 2012. **44**(1): p. 175-9.
32. Maughan, R.J. and S.M. Shirreffs, *Dehydration and rehydration in competitive sport*. Scand J Med Sci Sports, 2010. **20 Suppl 3**: p. 40-7.
33. Sawka, M.N., et al., *American College of Sports Medicine position stand. Exercise and fluid replacement*. Med Sci Sports Exerc, 2007. **39**(2): p. 377-90.
34. Gropper, Smith, Groff, *Advanced Nutrition and Human Metabolism*, 4 (2), chapter14, p.598
35. Wilk, B., A.M. Rivera-Brown, and O. Bar-Or, *Voluntary drinking and hydration in non-acclimatized girls exercising in the heat*. Eur J Appl Physiol, 2007. **101**(6): p. 727-34.
36. Greenleaf, J.E., *Problem: thirst, drinking behavior, and involuntary dehydration*. Med Sci Sports Exerc, 1992. **24**(6): p. 645-56.
37. Wilkinson, D.M., et al., *The effect of cool water ingestion on gastrointestinal pill temperature*. Med Sci Sports Exerc, 2008. **40**(3): p. 523-8.
38. Dill, D.B. and D.L. Costill, *Calculation of percentage changes in volumes of blood, plasma, and red cells in dehydration*. J Appl Physiol, 1974. **37**(2): p. 247-8.
39. Bardis C., Arnaoutis G., Panagiotakos D., Sidossis L., and Kavouras SA. Mild dehydration decreases cycling performance during 5 km hill climbing. . National Athletic Training Association. . 2012 (in press).

