

ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΔΙΑΙΤΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ της
ΠΡΟΣΛΗΨΗΣ ΝΕΡΟΥ ΣΤΗΝ
ΑΘΛΗΤΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ: Ο
ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ
ΣΤΟΜΑΤΟΦΑΡΥΓΓΙΚΩΝ
ΥΠΟΔΟΧΕΩΝ

Χριστάκη Ειρήνη

Τριμελής επιτροπή
Επιβλέπων καθηγητής : Κάβουρας Σταύρος, Επίκουρος
Καθηγητής
Συντώσης Λάμπρος, Αναπληρωτής Καθηγητής
Παναγιωτάκος Δημοσθένης, Αναπληρωτής Καθηγητής

Αθήνα, 2009

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα για την πολύτιμη καθοδήγηση του για την εκπόνηση αυτής της πτυχιακής διατριβής τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Σταύρο Κάβουρα. Επίσης, θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές ευχαριστίες μου στον Γιάννη Αρναούτη για τις πολύτιμες επιστημονικές συμβουλές και τη συνολική αμέριστη υποστήριξή του σε όλο το διάστημα της συνεργασίας μας, καθώς και τον Κώστα Αναστασίου, τον Κώστα Μπάρδη και την Αντιγόνη Τσιαφίτσα για την πολύτιμη βοήθειά τους.

Τέλος ευχαριστώ θερμά τους εθελοντές Ιωσήφ, Αντώνη και Έκτορα που στήριξαν με κόπο τη μελέτη.

Περιεχόμενα

Περίληψη	4
1.Εισαγωγή.....	6
1.1Μεταβολές των υγρών του σώματος	6
1.2.Οδοί απώλειας υγρών	7
2.Αφυδάτωση.....	9
2.1.Αφυδάτωση και καρδιαγγειακό σύστημα	9
2.2.Αφυδάτωση και αθλητική απόδοση αντοχής	10
2.3.Αφυδάτωση και θερμοκρασία πυρήνα	11
3.Ανάγκες σε υγρά.....	12
3.1.Συστάσεις για πρόσληψη υγρών πριν την άσκηση.....	13
3.2.Συστάσεις για πρόσληψη υγρών κατά την άσκηση	16
3.3.Συστάσεις για πρόσληψη υγρών μετά την άσκηση	19
4.Ανασκόπηση βιβλιογραφίας.....	21
4.1.Ρύθμιση της πρόσληψης υγρών σε αφυδατωμένα άτομα: ρόλος στοματοφαρυγγικών υποδοχέων	21
4.2.Ερευνητικά δεδομένα για το «Mouth rinse» και την επίδρασή του στην αθλητική απόδοση	23
Ερευνητική υπόθεση.....	27
Ερευνητικό πρωτόκολλο.....	28
Αποτελέσματα.....	33
Βιβλιογραφία	39

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ενδεχομένως οι στοματικοί και φαρυγγικοί υποδοχείς να επηρεάζουν την αθλητική απόδοση καθώς φαίνεται να επηρεάζουν το ρυθμό κατανάλωσης υγρών. Σκοπός της έρευνας ήταν να μελετηθεί αν η διέγερση στοματικών και φαρυγγικών υποδοχέων μπορεί να επιδράσει στην παράταση μιας συγκεκριμένης δοκιμασίας στην ποδηλασία σε θερμό περιβάλλον σε αφυδατωμένους αθλητές. Στην έρευνα συμμετείχαν 3 ποδηλάτες. Το ερευνητικό πρωτόκολλο περιελάμβανε 2 στάδια. Στο πρώτο στάδιο στόχος ήταν η αφυδάτωση με απώλεια 2% του σωματικού βάρους με άσκηση σε θάλαμο 30°C σε δαπεδοεργόμετρο και κυκλοεργόμετρο εναλλακτικά. Το δεύτερο στάδιο περιείχε μια δοκιμασία μέχρι εξάντλησης σε ένταση 75% της μέγιστης ισχύος (W_{max}). του κάθε εθελοντή και πραγματοποιούνταν υπό 3 διαφορετικές συνθήκες: α) κάθε 5 λεπτά ξεκινώντας από την έναρξη της δοκιμασίας δίνονταν στον εθελοντή 25 ml νερό για να «ξεπλύνει» το στόμα του (MR) β) κάθε 5 λεπτά ξεκινώντας από την έναρξη της δοκιμασίας δίνονταν στον εθελοντή 25 ml νερό για να τα καταπιεί (SW) γ) ο εθελοντής δεν λάμβανε καθόλου υγρά στη διάρκεια της δοκιμασίας (NF). Αιμοληψίες έγιναν πριν την έναρξη του πρωτοκόλλου αφυδάτωσης, πριν την έναρξη της δοκιμασίας εκτίμησης της αθλητικής απόδοσης και στο τέλος αυτής για την εκτίμηση της μεταβολής του όγκου του πλάσματος (ΔPV %).

Στην παρούσα έρευνα φάνηκε ότι υπάρχει μια τάση βελτίωσης της αθλητικής απόδοσης και παραγωγής μεγαλύτερου έργου κατά την κατάποση νερού συγκριτικά με το «ξέπλυμα» με νερό. Συγκεκριμένα ο μέσος χρόνος μέχρι την εξάντληση κατά τη δοκιμασία της κατάποσης ήταν 24'13'' και κατά τη δοκιμασία του "mouthrinse" ήταν 20'34'', ενώ στην δοκιμασία χωρίς υγρά ο χρόνος μέχρι την εξάντληση ήταν 19'47''.

1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το νερό είναι το συστατικό του σώματος με τη μεγαλύτερη συγκέντρωση και είναι άκρως απαραίτητο για την κυτταρική ομοιόσταση και τη ζωή. Ο όγκος του νερού στο σώμα, ως ποσοστό της άλιπης μάζας σώματος, είναι υψηλός κατά την βρεφική ηλικία και μειώνεται στην παιδική και την ενήλικη ζωή. Στα νεογνά το ποσοστό του νερού στην άλιπη μάζα σώματος μπορεί να ξεπερνά το 75% (Fomon 1967). Στους ενήλικες η άλιπη μάζα σώματος περιέχει περίπου 70-75% νερό, ενώ ο λιπώδης ιστός μπορεί να περιέχει 10-40% νερό. Όσο αυξάνεται ο λιπώδης ιστός το ποσοστό περιεκτικότητάς του σε νερό μειώνεται (Martin, Daniel et al. 1994). Οι γυναίκες και οι ηλικιωμένοι έχουν μειωμένο ολικό σωματικό νερό λόγω του αυξημένου σωματικού λίπους, ενώ οι αθλητές έχουν αυξημένο λόγω αυξημένης άλιπης μάζας σώματος και μειωμένου ποσοστού λίπους (Novak 1989).

1.1ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΤΩΝ ΥΓΡΩΝ ΤΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ

Το νερό στο ανθρώπινο σώμα δεν έχει σταθερή συγκέντρωση. Μεταβάλλεται καθημερινά σε επίπεδα $\pm 0,2-0,5\%$ του σωματικού βάρους, ενώ σε δραστήριους ανθρώπους μπορεί να κυμαίνεται σε $\pm 1\%$, ακόμα και όταν αντικαθίστανται στο 100% οι απώλειες λόγω εφίδρωσης (Cheuvront, Carter et al. 2004). Η υδατική ισορροπία εξαρτάται από τη διαφορά μεταξύ απώλειας και πρόσληψης υγρών. Η απώλεια υγρών προκύπτει από την αναπνοή, το δέρμα, τα νεφρά και το γαστρεντερικό σύστημα, ενώ η αύξηση των υγρών του σώματος επιτυγχάνεται με την πρόσληψη υγρών και τροφής και την μεταβολική παραγωγή νερού από τις διάφορες μεταβολικές διεργασίες του οργανισμού (Kavouras 2002).

1.2.Οδοί απώλειας υγρών

Ο ρυθμός εφίδρωσης ενός ατόμου εξαρτάται από τις περιβαλλοντικές συνθήκες, το είδος του ρουχισμού, την ένταση και τη διάρκεια της άσκησης (Shapiro, Pandolf et al. 1982). Σε εύκρατες κλιματικές συνθήκες, η απώλεια θερμότητας από το σώμα δεν απαιτεί υψηλή εφίδρωση. Οι αθλητές αντοχής σε τέτοιο κλίμα έχουν ρυθμό εφίδρωσης 0,7 και 1 l/h σε γυναίκες και άντρες αντίστοιχα (Cheuvront and Haymes 2001). Αξιοσημείωτο είναι όμως ότι αθλητές που ασκούνται σε υψηλή ένταση σε θερμό περιβάλλον έχουν ρυθμό εφίδρωσης 1-2 l/h (Clarkson 1993). Η απώλεια υγρών μέσω του δέρματος πραγματοποιείται με διάχυση και έκκριση ιδρώτα. Για τον μέσο ενήλικα, η απώλεια υγρών λόγω διάχυσης είναι περίπου της τάξης των 500 ml/day. Βέβαια, οι απώλειες αυτές αυξάνονται σε εμπύρετο κατάσταση, έγκαυμα, περιπτώσεις αυξημένου μεταβολισμού, υψηλές θερμοκρασίες περιβάλλοντος και κατά την άσκηση (Convertino, Armstrong et al. 1996). Κατά το θερμικό στρες, οι ιδρωτοποιοί αδένες εκκρίνουν ιδρώτα στην επιφάνεια του δέρματος και κατά αυτόν τον τρόπο ψύχεται το σώμα με την εξάτμιση του νερού που περιέχεται στον ιδρώτα. Σε θερμό περιβάλλον, η εξάτμιση του ιδρώτα αποτελεί το βασικό μηχανισμό για την απώλεια θερμότητας προς αποφυγή αύξησης της θερμοκρασίας πυρήνα (Wenger 1972).

Εκτός από αυτή την οδό απώλειας υγρών, πολύ σημαντική είναι η απώλεια από το γαστρεντερικό και το ουροποιητικό σύστημα. Οι νεφροί είναι υπεύθυνοι για τη ρύθμιση του όγκου και της σύστασης του εξωκυττάριου υγρού μέσω διάφορων νευροενδοκρινολογικών μονοπατιών (Andreoli 2000). Η νεφρική παραγωγή υγρών μπορεί να ποικίλει ανάλογα με τη διατροφή, την κατανάλωση υγρών και νερού. Από τη στιγμή που υπάρχει ένα όριο στη συγκέντρωση ούρων που μπορεί να παράγεται στα νεφρά, η ελάχιστη ποσότητα υγρών που χρειάζεται καθορίζεται από την ποσότητα των τελικών προϊόντων του μεταβολισμού (όπως κρεατινίνη, ουρία κλπ.) που πρέπει να αποβληθούν από τον ανθρώπινο οργανισμό μέσω αυτής της οδού. Η παραγωγή ούρων γενικά κυμαίνεται από 1-2 λίτρα/ημέρα σε φυσιολογικές συνθήκες, αλλά μπορεί να φτάσει και τα 20 λίτρα σε ανθρώπους που καταναλώνουν πολλά υγρά (West 1990). Επιπρόσθετα, η φυσική δραστηριότητα και το κλίμα επηρεάζουν την παραγωγή ούρων. Το στρες από την άσκηση και τη θερμότητα μπορεί να μειώσει τα ούρα από 20-60% (Convertino 1991; Mittleman 1996).

Υπάρχουν όμως απώλειες υγρών και μέσω της αναπνοής. Η ποσότητα υγρών που χάνεται μέσω της αναπνοής εξαρτάται τόσο από το πόσο διατάσιμοι είναι οι πνεύμονες όσο και από τη σχετική υγρασία του περιβάλλοντος (Mitchell, Nadel et al. 1972). Ο αναπνεόμενος όγκος αυξάνεται με την άσκηση, κατά την υποξία και την υπερκαπνία. Γενικά, η φυσική δραστηριότητα επηρεάζει πολύ περισσότερο την απώλεια υγρών μέσω της αναπνοής, από ότι οι περιβαλλοντικές συνθήκες. Οι καθημερινές απώλειες υγρών μέσω αυτής της οδού κυμαίνονται από 250-350 ml/ημέρα σε άτομα με καθιστική ζωή, ενώ μπορεί να αυξηθεί σε 500-600 ml/ημέρα σε δραστήρια άτομα σε εύκρατες συνθήκες και χαμηλό υψόμετρο (Hoyt and Honig 1996).

2.Αφυδάτωση

Όσο πιο έντονη είναι η φυσική δραστηριότητα και όσο πιο αυξημένη η θερμοκρασία, τόσο πιο μεγάλη εξάρτηση υπάρχει από τον μηχανισμό της εφίδρωσης και μπορεί να χαθεί μια

σημαντική ποσότητα υγρών μέσω αυτού του μηχανισμού (Shapiro, Pandolf et al. 1982). Η απώλεια υγρών λόγω εφίδρωσης μπορεί να οδηγήσει σε αφυδάτωση αν τα υγρά αυτά δεν αναπληρωθούν επαρκώς. Ως αφυδάτωση ορίζεται η ελάττωση των αποθεμάτων νερού στο σώμα (Gonzalez-Alonso, Mora-Rodriguez et al. 1997). Ο φυσιολογικός μηχανισμός που οδηγεί το άτομο στην κατανάλωση υγρών είναι η δίψα.

Οι άνθρωποι αφυδατώνονται κατά τη διάρκεια της άσκησης είτε λόγω χαμηλής διαθεσιμότητας υγρών είτε λόγω ανεπαρκούς αισθήματος της δίψας συγκριτικά με τις ανάγκες τους σε υγρά (Greenleaf 1992). Η ελεύθερη οικιοθελής κατανάλωση υγρών κατά την άσκηση σε θερμό περιβάλλον δεν οδηγεί σε επαρκή αναπλήρωση υγρών, γιατί ο φυσιολογικός μηχανισμός της δίψας είναι πιθανότατα ανεπαρκής, δηλαδή μπορεί να μην προκαλεί ανάγκη για επαρκή πρόσληψη υγρών ώστε να ισορροπεί το ισοζύγιο υγρών, φαινόμενο γνωστό ως «εθελοντική αφυδάτωση» (Hubbard, Sandick et al. 1984). Αξίζει να σημειωθεί ότι οι άνθρωποι που ασκούνται αναπληρώνουν μόνο το 66-75% των απωλειών τους σε υγρά (Boudou, Fiet et al. 1987).

2.1.Αφυδάτωση και καρδιαγγειακό σύστημα

Η αφυδάτωση φαίνεται να επιβαρύνει έντονα το καρδιαγγειακό σύστημα. Για να γίνει άμεσα κατανοητό αξίζει να σημειωθεί ότι απώλεια 1% του βάρους λόγω αφυδάτωσης προκαλεί αύξηση της καρδιακής συχνότητας της τάξεως των 5-8 παλμών/ λεπτό και η καρδιακή παροχή μειώνεται σημαντικά, ενώ η θερμοκρασία πυρήνα αυξάνεται κατά 0,2-0,3 °C (Coyle and Montain 1992; Sawka and Coyle 1999; Cheuvront and Haymes 2001). Η αφυδάτωση μειώνει την απόδοση αντοχής μέσω πολλών αλληλένδετων μηχανισμών πέραν της καρδιακής επιβάρυνσης και του μειωμένου όγκου πλάσματος, όπως οι άμεσες επιδράσεις της υπερθερμίας στον μυϊκό μεταβολισμό και στη νευρική λειτουργία (Gonzalez-Alonso, Mora-Rodriguez et al. 1995; Gonzalez-Alonso, Mora-Rodriguez et al. 1997; Gonzalez-Alonso, Calbet et al. 1998). Η αφυδάτωση και η υπερθερμία επιβαρύνουν τον όγκο παλμού και την παροχή αίματος στου μύες, μειώνοντας την παροχή οξυγόνου από το αίμα στους ασκούμενους μύες.

2.2.Αφυδάτωση και αθλητική απόδοση αντοχής

Οι περισσότερες έρευνες που έχουν εξετάσει την επίδραση της αφυδάτωσης με απώλεια 1-2% του σωματικού βάρους σε θερμοκρασία 20-21 °C σε άσκηση διάρκειας 90 λεπτών υποδεικνύουν ότι δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις περιπτώσεις αφυδάτωσης συγκριτικά με τις περιπτώσεις καλής κατάστασης υδάτωσης (Robinson, Hawley et al. 1995; McConell, Stephens et al. 1999; Bachle, Eckerson et al. 2001). Πάραυτα, αφυδάτωση που ξεπερνά την απώλεια του 2% του σωματικού βάρους και συνήθως επέρχεται σε άσκηση διάρκειας μεγαλύτερης από 90 λεπτά σε αυτές τις θερμοκρασίες, φαίνεται να μειώνει σημαντικά την αθλητική απόδοση σε αγωνίσματα αντοχής (Fallowfield, Williams et al. 1996; McConell, Burge et al. 1997; Cheuvront, Carter et al. 2003). Από την άλλη πλευρά, ο Sawka και οι συνεργάτες του υποστηρίζουν ότι η αφυδάτωση με απώλεια 1-2% του σωματικού βάρους σε θερμό περιβάλλον οδηγεί σε μεγάλη μείωση της αθλητικής απόδοσης (Sawka, Young et al. 1992). Η επιρροή ατομικών παραγόντων όπως η μέγιστη αερόβια ικανότητα, η φυσική κατάσταση και το επίπεδο θερμοεγκλιματισμού στην αθλητική απόδοση σε περιπτώσεις αφυδάτωσης δεν έχει μελετηθεί επαρκώς για την ασφαλή εξαγωγή συμπερασμάτων (Bar-Or, Dotan et al. 1980).

2.3.Αφυδάτωση και θερμοκρασία πυρήνα

Η αύξηση της θερμοκρασίας πυρήνα κατά την άσκηση είναι ανάλογη του μεταβολικού ρυθμού (Sawka et al.1996) και η αφυδάτωση συμβάλλει στην απόκριση του οργανισμού για αύξηση της θερμοκρασίας πυρήνα κατά την άσκηση σε εύκρατα και θερμά κλίματα (Sawka and Coyle 1999). Η απώλεια έστω και 1% του βάρους λόγω αφυδάτωσης φαίνεται να επιτρέπει την αύξηση της θερμοκρασίας πυρήνα κατά την άσκηση (Ekblom, Greenleaf et al. 1970). Η αφυδάτωση δεν αυξάνει μόνο τη θερμοκρασία πυρήνα, αλλά αναιρεί και πολλά θερμικά πλεονεκτήματα της καλής φυσικής κατάστασης και του θερμοεγκλιματισμού (Sawka, Toner et al. 1983). Οι αποκρίσεις εφίδρωσης και αυξημένης ροής αίματος στην επιφάνεια του σώματος σε συγκεκριμένη θερμοκρασία πυρήνα είναι μειωμένες σε αφυδατωμένα άτομα (Kenney, Tankersley et al. 1990; Montain, Latzka et al. 1995). Η εφίδρωση βέβαια είναι είτε μειωμένη είτε αμετάβλητη κατά την άσκηση σε θερμό περιβάλλον με ένα συγκεκριμένο μεταβολικό ρυθμό (Sawka and Coyle 1999). Η αφυδάτωση συνεπάγεται αυξημένη οσμωτικότητα πλάσματος και μειωμένο όγκο πλάσματος. Συνδυαστικά αυτοί οι δύο παράγοντες συμβάλλουν στη μειωμένη έκλυση θερμότητας από τον οργανισμό στο περιβάλλον (Sawka, Young et al. 1992).

Ο Sawka και οι συνεργάτες του διερεύνησαν αν η αφυδάτωση διαφοροποιεί την φυσιολογική αντοχή του οργανισμού στην υψηλή θερμοκρασία με μια απλή δοκιμασία. Δεκαεπτά θερμοεγκλιματισμένοι εθελοντές περπάτησαν μέχρι εξάντλησης σε δύο διαφορετικές περιπτώσεις. Στην πρώτη ήταν αφυδατωμένοι με απώλεια 8% του σωματικού βάρους και στην δεύτερη είχαν καλά επίπεδα υδάτωσης. Η αφυδάτωση μείωσε το χρόνο αντοχής τους από τα 122 λεπτά σε 55. Το πιο σημαντικό όμως συμπέρασμα από αυτή την έρευνα ήταν ότι η εξάντληση των αφυδατωμένων ατόμων επήλθε σε μικρότερη θερμοκρασία πυρήνα. Η θερμική εξάντληση επήλθε σε θερμοκρασία πυρήνα 0,4 °C μικρότερη στα αφυδατωμένα άτομα συγκριτικά με τα καλά υδατωμένα.

3.Ανάγκες σε υγρά

Οι καθημερινές ανάγκες για πρόσληψη υγρών ποικίλουν για άτομα με καθιστική ζωή, δραστήρια άτομα και αθλητές από 3-6 L/d σε εύκρατο κλίμα και από 4-12 L/d σε θερμό περιβάλλον (Sawka, Montain 2001). Οι καθημερινές ανάγκες σε νερό αυξάνονται ανάλογα με το μεταβολικό ρυθμό και το stress από τη θερμοκρασία. Από τους ανθρώπους με καθιστική ζωή μέχρι τους έντονα δραστήριους, οι ανάγκες σε υγρά κυμαίνονται από 1,9 έως 3,8 λίτρα/ημέρα σε ψυχρό κλίμα και φτάνουν σε 7,6 έως 15,2 λίτρα/ημέρα σε πολύ θερμό περιβάλλον.

Η μέγιστη ωριαία αναπλήρωση υγρών προσεγγίζει τον ρυθμό εφίδρωσης κατά την άσκηση. Το ανώτατο όριο του ρυθμού αναπλήρωσης υγρών κατά την άσκηση σε θερμό περιβάλλον καθορίζεται από τον μέγιστο ρυθμό κένωσης του στομάχου, εφόσον ο ρυθμός γαστρικής κένωσης δεν είναι απεριορίστος. Η απορρόφηση του νερού γίνεται κυρίως στο δωδεκαδάκτυλο (Gisolfi and Duchman 1992).

Υπάρχουν έρευνες που υποδεικνύουν ότι η αφυδάτωση του επιπέδου – 4% του σωματικού βάρους όταν συνδυάζεται με αυξημένη θερμοκρασία πυρήνα (~39°C) εμποδίζει την γαστρική κένωση των υγρών που έχουν καταποθεί κατά την άσκηση υπομέγιστης έντασης (50-60% της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου) σε θερμό (~30-35°C) ή δροσερό (~18°C) περιβάλλον (Neufer, Young et al. 1989; Rehrer, Beckers et al. 1990). Αυτές οι διαπιστώσεις υποδεικνύουν ότι η αυξημένη απώλεια υγρών δύναται όχι μόνο να επιτείνει την συσσώρευση θερμότητας στο σώμα αλλά και να εμποδίζει την δυνατότητα του οργανισμού να αναπληρώσει τα αναγκαία υγρά και ενδεχομένως την ενέργεια από τους υδατάνθρακες.

Η γαστρική κένωση και η εντερική απορρόφηση είναι σημαντικά μονοπάτια για την προαγωγή της ισορροπίας υγρών και της θερμορύθμισης κατά την άσκηση. Το πρωτόκολλο υδάτωσης μπορεί να επηρεάσει σημαντικά τον ρυθμό κένωσης του στομαχιού από υγρά και υδατάνθρακες (Noakes, Rehrer et al. 1991). Πολλές έρευνες έχουν δείξει ότι συγκριτικά με την κατανάλωση μιας ποσότητας υγρών μια φορά, η επαναλαμβανόμενη κατάποση μικρών ποσοτήτων υγρών περιεκτικότητας έως 8% σε υδατάνθρακες μπορεί να διατηρήσει υψηλό όγκο στομάχου και με αυτό τον τρόπο να επιτρέπει την αυξημένη απορρόφηση υδατανθράκων (30-60 g/h) και υγρών (15-20 ml/min.) στο λεπτό έντερο (Owen, Kregel et al. 1986; Ryan, Bleiler et al. 1989; Mitchell and Voss 1991; Noakes, Rehrer et al. 1991). Πρόσφατες έρευνες υποδεικνύουν ότι η επαναλαμβανόμενη πρόσληψη υγρών - που ενδεχομένως προκύπτει από τη διέγερση των στοματοφαρυγγικών ανακλαστικών - ίσως εξασθενεί τον περιορισμό του ρυθμού εφίδρωσης που σχετίζεται με τη θερμική αφυδάτωση (Montain and Coyle 1992; Takamata, Mack et al. 1995; Ryan, Lambert et al. 1998).

3.1. Συστάσεις για πρόσληψη υγρών πριν την άσκηση

Ο στόχος της υδάτωσης πριν από την άσκηση είναι να ξεκινήσει ο ασκούμενος τη φυσική δραστηριότητα ενυδατωμένος και με φυσιολογικά επίπεδα ηλεκτρολυτών στο πλάσμα. Εάν καταναλωθούν επαρκείς ποσότητες υγρών με τα γεύματα κατά μία παρατεταμένη χρονική περίοδο (8-12h) μετά το τέλος της άσκησης, τότε το άτομο θα έχει επανέρθει σε σχεδόν φυσιολογικά επίπεδα υδάτωσης (Institute of Medicine. Water., Washington 2005). Στην περίπτωση που το άτομο έχει χάσει μεγάλες ποσότητες υγρών και ηλεκτρολυτών και δε διαθέτει επαρκή χρόνο ή τις απαιτούμενες ποσότητες υγρών και ηλεκτρολυτών για να επιτύχει την ενυδάτωση, ένα «επιθετικό» πλάνο υδάτωσης πριν από τη δραστηριότητα απαιτείται. Αυτό το πλάνο θα βοηθήσει στην αναπλήρωση των απωλειών σε υγρά και ηλεκτρολύτες πριν από την έναρξη της άσκησης.

Όταν ένα άτομο στοχεύει στην ενυδάτωση πριν από την άσκηση θα πρέπει να καταναλώνει υγρά (~5-7 ml/kg σωματικού βάρους) τουλάχιστον 4 ώρες πριν την έναρξη του αγωνίσματος. Εάν το άτομο δεν ουρεί, ή τα ούρα του είναι σκούρα ή συμπυκνωμένα, θα πρέπει να καταναλώσει περισσότερα υγρά (~ 3-5 ml/kg σωματικού βάρους) δύο ώρες πριν από την άσκηση. Με την κατανάλωση υγρών αρκετές ώρες πριν από την άσκηση θα υπάρξει ικανοποιητικός χρόνος για την έκκριση ούρων ούτως ώστε να επανέλθει σε φυσιολογικά επίπεδα υδάτωσης πριν από την έναρξη του αγωνίσματος. Η κατανάλωση υγρών με νάτριο (20-50 mEq/L) ή μικρών ποσοτήτων τροφών που περιέχουν αλάτι θα βοηθήσει στη διέγερση της δίψας και στην διασφάλιση κατανάλωσης επιπρόσθετης ποσότητας υγρών (Maughan, Leiper et al. 1996; Ray, Bryan et al. 1998; Shirreffs and Maughan 1998).

Η προσπάθεια υπερ-υδάτωσης με υγρά που διευρύνουν τον εξω- και εσωκυττάριο χώρο (όπως το νερό και η γλυκερόλη) είναι πιθανό να οδηγήσει σε γαστρικές διαταραχές κατά τη διάρκεια του αγώνα (Freund, Montain et al. 1995; O'Brien, Freund et al. 2005), ενώ δεν έχει διευκρινιστεί εάν προσδίδει πλεονέκτημα στην απόδοση και στη φυσιολογία σε σχέση με την ενυδάτωση (Latzka, Sawka et al. 1997; Latzka, Sawka et al. 1998; Kavouras, Armstrong et al. 2006). Επίσης, η υπερυδάτωση μπορεί να αραιώσει και να μειώσει το νάτριο του πλάσματος πριν την άσκηση (Freund, Montain et al. 1995; O'Brien, Freund et al. 2005) και κατά αυτόν τον τρόπο να αυξηθεί ο κίνδυνος υπονατραιμίας στην περίπτωση ξαφνικής αναπλήρωσης των υγρών κατά τη διάρκεια της άσκησης (Montain, Chevront et al. 2006).

Η ενίσχυση της γευστικότητας των υγρών είναι ένας τρόπος προώθησης της κατανάλωσης υγρών, πριν, κατά τη διάρκεια και μετά την άσκηση. Η γευστικότητα των υγρών

επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες όπως η θερμοκρασία, η περιεκτικότητα σε νάτριο και η γεύση. Η ιδανική θερμοκρασία είναι μεταξύ 15 και 21°C, χωρίς αυτό να είναι δεσμευτικό αφού τόσο η θερμοκρασία, όσο και η προτιμώμενη γεύση ποικίλουν από άτομο σε άτομο (Engell et al.1999).

Συστάσεις ACSM 2007

Η κατανάλωση υγρών πριν την άσκηση, εάν χρειάζεται, θα πρέπει να ξεκινάει αρκετές ώρες πριν την έναρξη της δραστηριότητας ούτως ώστε να επιτρέπει τη φυσιολογική απορρόφηση των υγρών και να παρέχει τη δυνατότητα επαναφοράς σε φυσιολογικά επίπεδα των ούρων. Η κατανάλωση υγρών με νάτριο ή τροφίμων που περιέχουν αλάτι, βοηθάει στη διέγερση της δίψας και στη συνέχιση κατανάλωσης των απαιτούμενων υγρών.

3.2.Συστάσεις για πρόσληψη υγρών κατά την άσκηση

Ο στόχος της κατανάλωσης υγρών κατά τη διάρκεια της άσκησης είναι η πρόληψη της εκτεταμένης αφυδάτωσης (>2% μείωσης του σωματικού βάρους) και των έντονων αλλαγών της ηλεκτρολυτικής ισορροπίας για να αποτραπεί η μειωμένη αθλητική απόδοση. Ο όγκος και ο ρυθμός αναπλήρωσης των υγρών εξαρτάται από το ρυθμό εφίδρωσης του ατόμου, τη διάρκεια της άσκησης και την πρόσβασή του σε υγρά. Οι ασκούμενοι θα πρέπει να πίνουν περιοδικά κατά την άσκηση (όταν υπάρχει διαθεσιμότητα και πρόσβαση στα υγρά) για να αποφευχθεί η αφυδάτωση. Έμφαση θα πρέπει να δίνεται στον τρόπο κατανάλωσης υγρών, ιδιαίτερα σε άσκηση διάρκειας μεγαλύτερης από 3 ώρες. Όσο μεγαλύτερη είναι η διάρκεια της άσκησης τόσο μεγαλύτερες θα είναι και οι ανισορροπίες μεταξύ υγρών και ηλεκτρολυτών, οι οποίες με τη σειρά τους μπορεί να οδηγήσουν στην αφυδάτωση ή στην εμφάνιση υπονατρημίας (Montain, Cheuvront et al. 2006).

Είναι δύσκολο να προταθεί συγκεκριμένο πρόγραμμα αναπλήρωσης υγρών και ηλεκτρολυτών εξαιτίας των διαφορετικών απαιτήσεων της κάθε άσκησης (μεταβολικές απαιτήσεις, διάρκεια, ρούχα, εξοπλισμός), των καιρικών συνθηκών και άλλων παραγόντων (γενετική προδιάθεση, προπονητικό επίπεδο, εγκλιματισμό στη ζέστη), οι οποίοι επηρεάζουν το ρυθμό εφίδρωσης του εκάστοτε ατόμου και την περιεκτικότητα του ιδρώτα σε ηλεκτρολύτες (Montain, Cheuvront et al. 2006). Προτείνεται ότι οι αθλητές να παρακολουθούν τις αλλαγές σωματικού βάρους κατά τις προπονήσεις για να εκτιμούν τις απώλειες ιδρώτα σε συγκεκριμένες συνθήκες άσκησης λαμβάνοντας υπόψη και τις καιρικές συνθήκες. Μια τέτοια διαδικασία επιτρέπει το σχεδιασμό ενός προγράμματος αναπλήρωσης υγρών που βασίζεται αποκλειστικά στις ανάγκες του ατόμου. Βέβαια, κάτι τέτοιο δεν είναι πάντα πρακτικό.

Επιπρόσθετα, η σύσταση των καταναλισκόμενων υγρών μπορεί να είναι σημαντική. Το ινστιτούτο ιατρικής το 1994 παρείχε μια γενική καθοδήγηση για την σύσταση των «αθλητικών ποτών» για άτομα που ασκούνται σε θερμό περιβάλλον παρατεταμένα. Συστήνουν αυτά τα ποτά να περιέχουν ~20-30 meq/L νάτριο, ~2-5 meq/L κάλιο και 5-10% υδατάνθρακες (Institute of Medicine 1994). Το κάλιο και το νάτριο είναι σημαντικά για την αναπλήρωση των ηλεκτρολυτών, ενώ το νάτριο συμβάλλει στη διέγερση της δίψας και οι υδατάνθρακες αποτελούν πηγή ενέργειας. Αυτά τα συστατικά μπορούν επίσης να

καταναλωθούν και σε άλλη μη υγρή μορφή, όπως είναι τα gels, τα energy bars και άλλα τρόφιμα.

Η κατανάλωση υδατανθράκων μπορεί να είναι ευεργετική για τη διατήρηση της έντασης της άσκησης σε περιπτώσεις αθλημάτων που διαρκούν μια ώρα ή περισσότερο, όπως επίσης και σε αθλήματα χαμηλότερης έντασης και μεγαλύτερης διάρκειας (Coyle and Montain 1992; Below, Mora-Rodriguez et al. 1995; Welsh, Davis et al. 2002; Coyle 2004; Jeukendrup 2004). Ένας ρυθμός κατανάλωσης υδατανθράκων της τάξης των ~30-60 g/h πιθανότατα δύναται να διατηρεί σταθερά τα επίπεδα της γλυκόζης στο αίμα και να παρατείνει την αθλητική απόδοση (Coyle and Montain 1992; Coyle 2004). Για παράδειγμα, για να επιτευχθεί επαρκής πρόσληψη υδατανθράκων για την παράταση της αθλητικής απόδοσης, θα μπορούσε ο αθλητής να καταναλώνει μισό με ένα λίτρο συμβατικού αθλητικού ποτού (περιεκτικότητας 6-8% σε υδατάνθρακες, το οποίο θα του προσέδιδε ~30-60 g/h υδατανθράκων) μαζί με επαρκή ποσότητα νερού για την αποφυγή αφυδάτωσης. Ο καλύτερος ρυθμός απορρόφησης υδατανθράκων μπορεί να επιτευχθεί με μίγμα σακχάρων (π.χ. γλυκόζη, σουκρόζη, φρουκτόζη, μαλτοδεξτρίνη). Αν στόχος είναι η αναπλήρωση υγρών και η παροχή υδατανθράκων με ένα σκεύασμα, η περιεκτικότητα υδατανθράκων του ποτού δεν πρέπει να ξεπερνάει το 8%, ή να είναι ακόμα λιγότερο, γιατί οι υψηλές συγκεντρώσεις υδατανθράκων μειώνουν το ρυθμό απορρόφησης από το γαστρεντερικό σύστημα (Jentjens, Shaw et al. 2005; Wallis, Rowlands et al. 2005). Τέλος, η πρόσληψη καφεΐνης μπορεί να συμβάλλει στην αθλητική απόδοση (Cox, Desbrow et al. 2002) και πιθανότατα δεν επηρεάζει την κατάσταση υδάτωσης κατά την άσκηση (Coyle and Montain 1992; Wemple, Lamb et al. 1997).

Επίσης, θεωρείται ότι είναι χρήσιμο να καταναλώνονται ισοτονικά ποτά που περιέχουν ηλεκτρολύτες, όπως νάτριο, κάλιο και χλώριο σε συγκεντρώσεις ανάλογες των υγρών του σώματος. Έχει επίσης προταθεί ότι τα υποτονικά ποτά μπορεί να συμβάλλουν στην πιο άμεση αποκατάσταση των υγρών του σώματος γιατί απορροφώνται πιο γρήγορα από το λεπτό έντερο (Castellani, Maresh et al. 1998).

Συστάσεις ACSM 2007

Τα προγράμματα αναπλήρωσης υγρών κατά την άσκηση θα πρέπει να προσαρμόζονται στις απαιτήσεις των ατόμων με στόχο την πρόληψη της εκτεταμένης αφυδάτωσης (>2% μείωσης του σωματικού βάρους). Η συχνή μέτρηση του βάρους πριν και μετά την άσκηση είναι χρήσιμη για τον καθορισμό του ρυθμού εφίδρωσης και τον σχεδιασμό των κατάλληλων προγραμμάτων αναπλήρωσης υγρών. Η κατανάλωση ποτών που περιέχουν υδατάνθρακες και ηλεκτρολύτες μπορεί να βοηθήσει στην διατήρηση της ηλεκτρολυτικής ισορροπίας και να συμβάλλει στην αθλητική απόδοση.

3.3.Συστάσεις για πρόσληψη υγρών μετά την άσκηση

Μετά το πέρας της άσκησης, ο στόχος είναι η πλήρης αναπλήρωση των απωλειών σε υγρά και ηλεκτρολύτες. Ο τρόπος με την οποίο πρέπει να γίνει αυτή η αναπλήρωση εξαρτάται από το χρόνο στον οποίο πρέπει να γίνει η αναπλήρωση και από το μέγεθος των απωλειών. Εάν ο χρόνος ανάπαυσης και οι ευκαιρίες το επιτρέπουν, η πρόσληψη φυσιολογικών γευμάτων και σνακ με ικανοποιητικές ποσότητες νερού θα επαναφέρουν την ενυδάτωση, με ταυτόχρονη αποκατάσταση και των απωλειών σε ιδρώτα εάν τα τρόφιμα περιέχουν αρκετό νάτριο (Institute of Medicine 1994). Εάν η αφυδάτωση είναι σημαντική και η περίοδος ξεκούρασης είναι σύντομη (<12 ώρες) τότε «επιθετικά» προγράμματα

επανυδάτωσης μπορεί να χρειαστούν (Maughan, Leiper et al. 1996; Noakes 2003). Η αποτυχία κάλυψης επαρκώς των απωλειών σε νάτριο θα εμποδίσει την επιστροφή σε ενυδατωμένη φάση και θα διεγείρει τις απώλειες μέσω ούρων (Nose, Mack et al. 1988; Shirreffs and Maughan 1998). Η κατανάλωση νατρίου κατά την περίοδο αποκατάστασης θα βοηθήσει στη διατήρηση κατανάλωσης ποτών και θα διεγείρει τη δίψα. Οι απώλειες σε νάτριο είναι πιο δύσκολο να προσδιοριστούν σε σχέση με τις απώλειες υγρών, ενώ είναι γνωστό ότι τα άτομα εμφανίζουν διαφορετικούς ρυθμούς εφίδρωσης. Ποτά που περιέχουν νάτριο όπως τα αθλητικά ποτά μπορούν να είναι βοηθητικά στην αποκατάσταση ηλεκτρολυτών, αλλά και πολλά τρόφιμα μπορούν να συμβάλλουν. Λίγο περισσότερο αλάτι μπορεί να αποδειχτεί χρήσιμο αν προστεθεί στα γεύματα και στα υγρά αποκατάστασης, όταν οι απώλειες σε νάτριο είναι υψηλές. Τα άτομα που επιχειρούν να επιτύχουν άμεση και πλήρη αποκατάσταση μετά από την αφυδάτωση θα πρέπει να καταναλώνουν ~1,5 L υγρών για κάθε κιλό σωματικού βάρους που χάθηκε (Shirreffs and Maughan 1998). Η πρόσθετη ποσότητα χρειάζεται για να αντισταθμίσει τις αυξημένες απώλειες υγρών λόγω αυξημένης διούρησης (Shirreffs and Maughan 1998). Συνεπώς, όταν είναι δυνατόν, τα υγρά θα πρέπει να καταναλώνονται σε εύρος χρόνου (μαζί με ηλεκτρολύτες) παρά να καταναλώνονται σε μεγάλες ποσότητες για να διατηρηθεί η υδατική ισορροπία (Wong, Williams et al. 1998; Kovacs, Schmahl et al. 2002). Η ενδοφλέβια αναπλήρωση υγρών μετά την άσκηση μπορεί να απαιτείται σε άτομα με σοβαρό βαθμό αφυδάτωσης (>7% του σωματικού τους βάρους), με ναυτία, έμετο ή διάρροια, ή για ορισμένα άτομα που δε μπορούν να πουν. Για τις περισσότερες περιπτώσεις όμως, η ενδοφλέβια αναπλήρωση υγρών δεν φαίνεται να προσφέρει κάποιο πλεονέκτημα σε σχέση με την πρόληψη υγρών όσον αφορά την κάλυψη των απωλειών σε υγρά και ηλεκτρολύτες (Casa, Maresh et al. 2000).

Συστάσεις ACSM 2007

Εάν ο χρόνος το επιτρέπει, η κατανάλωση φυσιολογικών γευμάτων και ποτών θα επαναφέρει την ενυδάτωση. Τα άτομα τα οποία χρειάζονται άμεση και πλήρη αποκατάσταση μετά από υπερβολική αφυδάτωση, θα πρέπει να καταναλώσουν ~1,5 L υγρών για κάθε κιλό σωματικού βάρους που χάθηκε. Η κατανάλωση ποτών και σνακ με νάτριο θα οδηγήσει σε πλήρη και άμεση αποκατάσταση μέσω διέγερσης της δίψας και κατακράτησης υγρών. Η ενδοφλέβια χορήγηση υγρών δεν πλεονεκτεί έναντι της κατάποσης, εκτός εάν χρειάζεται για ιατρικούς λόγους.

4.Ανασκόπηση βιβλιογραφίας

4.1.Ρύθμιση της πρόσληψης υγρών σε αφυδατωμένα άτομα: ρόλος στοματοφαρυγγικών υποδοχέων.

Η αποκατάσταση της υδατικής ισορροπίας μετά την αφυδάτωση που έχει προκληθεί από άσκηση μέτριας έντασης σε θερμό περιβάλλον εμπλέκει τον συντονισμό διάφορων φυσιολογικών συστημάτων αλλά εν τέλει βασίζεται σε ανακλαστικά του οργανισμού που ρυθμίζουν την πρόσληψη υγρών. Μέχρι σήμερα έχουν προσδιοριστεί δυο πιθανοί μηχανισμοί οι οποίοι συμβάλλουν με ανακλαστικά σήματα στην αναστολή του αισθήματος της δίψας και κατά συνέπεια στον περιορισμό της κατανάλωσης υγρών. Ο πρώτος μηχανισμός εξαρτάται από τα μηνύματα για τις αλλαγές της κατάστασης υδάτωσης στους αισθητήρες της στοματοφαρυγγικής περιοχής και είναι ανεξάρτητος από την κατάποση (Seckl, Williams et al. 1986). Ο δεύτερος μηχανισμός είναι συνδεδεμένος με την κατάποση, αλλά έχει μελετηθεί μόνο σε ζώα (Thrasher, Jones et al. 1980; Thrasher,

Keil et al. 1987). Σύμφωνα με αυτές τις έρευνες, είναι ξεκάθαρο ότι ανεξάρτητα από τη σύσταση των καταναλισκόμενων υγρών, η κατάποση προκαλεί ένα ανασταλτικό ερέθισμα για την παράταση του αισθήματος της δίψας.

Σε μια αξιοσημείωτη έρευνα (Figaro and Mack 1997) εξετάστηκε η επίδραση της στοματοφαρυγγικής διέγερσης στην αίσθηση της δίψας, την έκκριση αγγειοτενσίνης και την πρόσληψη υγρών σε 6 αφυδατωμένα άτομα. Η αφυδάτωση προκλήθηκε με δίωρη άσκηση μέτριας έντασης σε θερμό περιβάλλον (38°C, σχετική υγρασία <30%). Στους εθελοντές εφαρμόστηκε το ίδιο πρωτόκολλο αφυδάτωσης και ακολούθησαν 75 λεπτά επανυδάτωσης στους 27°C. Κατά τη διάρκεια της επανυδάτωσης εφαρμόστηκαν 3 διαφορετικά πρωτόκολλα, το πρωτόκολλο ελέγχου (control), το πρωτόκολλο έγχυσης νερού (infusion) και το πρωτόκολλο εξαγωγής νερού (extraction).

Κατά το πρωτόκολλο ελέγχου οι εθελοντές έπιναν όσο νερό ήθελαν. Κατά το πρωτόκολλο έγχυσης τα πρώτα 25 λεπτά γινόταν έγχυση νερού στο στομάχι μέσω ρινογαστρικού σωλήνα και μετά ενώ συνεχιζόταν η έγχυση επιτρεπόταν και η κατάποση νερού. Κατά το πρωτόκολλο εξαγωγής οι εθελοντές κατανάλωναν όσο νερό ήθελαν δια στόματος αλλά παράλληλα γινόταν εξαγωγή του στομαχικού περιεχομένου συνεχόμενα με ρινογαστρικό.

Η ανακλαστική μείωση της αλδοστερόνης και η δίψα εμφανίστηκαν τα πρώτα 5 λεπτά της επανυδάτωσης στις δύο περιπτώσεις που οι εθελοντές κατάπιναν νερό, δηλαδή στο πρωτόκολλο ελέγχου και στο πρωτόκολλο εξαγωγής, αλλά όχι στην περίπτωση που μεταφερόταν το νερό με ρινογαστρικό στο στομάχι, γεγονός που συμβάλλει στη στήριξη της υπόθεσης ότι στοματοφαρυγγικά ανακλαστικά διαμορφώνουν οσμωτικά την διέγερση της δίψας και τα επίπεδα αγγειοτενσίνης στο πλάσμα. Επίσης, παρατηρήθηκε ότι η μείωση της αγγειοτενσίνης κατά τα πρώτα 5 λεπτά επανυδάτωσης με το πρωτόκολλο εξαγωγής ήταν μικρότερη από αυτή που παρατηρήθηκε κατά το πρωτόκολλο ελέγχου, υποστηρίζοντας ότι η στοματοφαρυγγική διέγερση δεν είναι ο μόνος παράγοντας που συμβάλλει στην ταχεία μείωση της αγγειοτενσίνης. Κατά το πρωτόκολλο εξαγωγής ήπιαν 15% περισσότερο νερό από το πρωτόκολλο ελέγχου, γεγονός που υποδεικνύει ξεκάθαρα το ρόλο της στοματοφαρυγγικής διέγερσης στον περιορισμό της συνολικής πρόσληψης υγρών παρουσία ενός διψογόνου παράγοντα. Αξίζει να σημειωθεί ότι κατά το πρωτόκολλο έγχυσης μετά το πέρας των 25 λεπτών κατά τα οποία γινόταν έγχυση νερού στο στομάχι, οι εθελοντές κατανάλωσαν $18,5 \pm 2,1\%$ του ελλείμματος υγρών, κάτι που σύμφωνα με τους ερευνητές αποδίδεται στα συνεχόμενα ερεθίσματα δίψας που προκλήθηκαν από την ξηρότητα της στοματοφαρυγγικής κοιλότητας. Η συνεχιζόμενη δίψα μετά τα πρώτα 25 λεπτά επανυδάτωσης σε συνδυασμό με την μεγάλη πρόσληψη υγρών, παρόλο που ο όγκος πλάσματος είχε επανέλθει, ενισχύουν το συμπέρασμα των ερευνητών ότι οι πληροφορίες από αισθητήρες της στοματοφαρυγγικής κοιλότητας παίζουν σημαντικό ρόλο στη δημιουργία αισθήματος δίψας κατά την αφυδάτωση. Επιπρόσθετα, οι ερευνητές διαπίστωσαν ότι η διαδικασία της κατάποσης παρέχει ένα ανασχετικό σήμα για την κατανάλωση νερού σε αφυδατωμένα άτομα.

4.2.ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΤΟ «MOUTH RINSE» ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΣΤΗΝ ΑΘΛΗΤΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ

Μέχρι σήμερα έχει πραγματοποιηθεί περιορισμένος αριθμός μελετών που έχει εξετάσει την επίδραση του ξεπλύματος του στόματος με αθλητικό ποτό στην αθλητική απόδοση. Στις περισσότερες έρευνες η επίδραση αυτή αποδίδεται σε πιθανή διέγερση του κεντρικού νευρικού συστήματος και όχι σε κάποιο φυσιολογικό μηχανισμό του μεταβολισμού.

Κατά την πρώτη μελέτη της επίδρασης του στοματικού ξεπλύματος με υδατανθρακούχο διάλυμα διερευνήθηκε ο πιθανός ρόλος των στοματικών υποδοχέων που αναγνωρίζουν τους υδατάνθρακες στη βελτίωση της αθλητικής απόδοσης κατά την ποδηλασία. Κατά τη μελέτη αυτή 9 ποδηλάτες αντοχής ποδηλάτησαν για 1 ώρα με στόχο την ολοκλήρωση συγκεκριμένης παραγωγής έργου όσο πιο γρήγορα γίνεται. Στη μια περίπτωση ξέπλεναν για 5 δευτερόλεπτα το στόμα τους κάθε 7,5 λεπτά με υδατανθρακούχο διάλυμα περιεκτικότητας 6,4 % μαλτοδεξτρίνη (άγευστη). Στην δεύτερη δοκιμασία ξέπλεναν το στόμα τους με νερό κάθε 7,5 λεπτά της δοκιμασίας χωρίς να καταπιούν κάποιο από τα δύο ποτά.

Ο χρόνος για την ολοκλήρωση της παραγωγής του συγκεκριμένου έργου ήταν στατιστικά σημαντικά μικρότερος κατά την δοκιμασία στην οποία ξέπλεναν το στόμα τους με υδατανθρακούχο διάλυμα. Σύμφωνα με τους ερευνητές, η βελτίωση αυτή της αθλητικής απόδοσης είναι πιο πιθανό να οφείλεται σε κάποιο ερέθισμα στο κεντρικό νευρικό σύστημα από ότι σε κάποιο μεταβολικό μηχανισμό (Carter, Jeukendrup et al. 2004).

Στην επόμενη μελέτη διερευνήθηκε η επίδραση του ξεπλύματος του στόματος με υδατανθρακούχο διάλυμα στην αθλητική απόδοση κατά το τρέξιμο(Whitham and McKinney 2007). Σε δυο ξεχωριστές περιπτώσεις 7 αθλητές ολοκλήρωσαν μια δοκιμασία μιας ώρας(15 λεπτά προθέρμανση 65% VO₂max.-45 λεπτά σε υψηλή ένταση που ρυθμιζε ο αθλητής). Κάθε 6 λεπτά της δοκιμασίας οι αθλητές έκαναν «μπούκωμα» με υδατανθρακούχο διάλυμα περιεκτικότητας 6% μαλτοδεξτρίνης και 3% χυμού λεμονιού στη μια περίπτωση, ή ίδιας ποσότητας ποτού περιεκτικότητας 3% χυμού λεμονιού μόνο στην άλλη περίπτωση. Κατά τη διάρκεια της προθέρμανσης μετρήθηκαν η καρδιακή συχνότητα, η πρόσληψη οξυγόνου, το αναπνευστικό πηλίκο, ο βαθμός κόπωσης, ενώ πριν και μετά τη δοκιμασία μετρήθηκε η γλυκόζη αίματος και το γαλακτικό οξύ.

Δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά στην απόσταση που καλύφθηκε στις δυο διαφορετικές δοκιμασίες. Επιπλέον, δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις μεταβολές της καρδιακής συχνότητας, της ταχύτητας, της πρόσληψης οξυγόνου, του αναπνευστικού πηλίκου και του βαθμού κόπωσης. Το γαλακτικό οξύ και η γλυκόζη αυξήθηκαν λόγω της άσκησης, αλλά δεν είχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους σε κάθε δοκιμασία. Συμπερασματικά, δεν υπήρχε κάποια επίδραση του ξεπλύματος με υδατανθρακούχο διάλυμα στην αθλητική απόδοση σε αυτή τη δοκιμασία τρεξίματος. Σύμφωνα με τους ερευνητές που εφάρμοσαν αυτό το πρωτόκολλο, η όποια βελτίωση της αθλητικής απόδοσης με το ξέπλυμα του στόματος με υδατανθρακούχο διάλυμα αναμένεται να είναι μικρή και για αυτό χρειάζεται μια δοκιμασία αρκετά ευαίσθητη σε μικρές μεταβολές της απόδοσης. Ίσως αυτό το πρωτόκολλο να μην ήταν αρκετά ευαίσθητο ώστε να εντοπίσει αυτές τις μεταβολές, καθώς η ταχύτητα ρυθμιζόταν εξωγενώς από τους αθλητές, οι οποίοι έπρεπε να κάνουν συνειδητά την αλλαγή της ταχύτητας στον διάδρομο.

Η μελέτη που ακολούθησε χρονικά είχε σαν στόχο να εξετάσει περαιτέρω την επίδραση της κατάποσης και του ξεπλύματος με διάλυμα υδατανθράκων και ηλεκτρολυτών στην

αθλητική απόδοση κατά τη διάρκεια μιας δοκιμασίας μιας ώρας ποδηλασίας σε υψηλή ένταση σε προπονημένους αθλητές (Pottier, Bouckaert et al. 2008). Κατά το πρωτόκολλο αυτό οι εθελοντές ολοκλήρωσαν μια δοκιμασία μιας ώρας στο εργόμετρο 4 φορές υπό διαφορετικές συνθήκες: 1. ξέπλυμα του στόματος με αθλητικό ποτό χωρίς υδατάνθρακες που όμως περιείχε το γλυκαντικό ασπαρτάμη 2. ξέπλυμα του στόματος με αθλητικό ποτό με υδατάνθρακες 3. κατάποση του αθλητικού ποτού χωρίς υδατάνθρακες και 4. κατάποση του αθλητικού ποτού με υδατάνθρακες. Πριν και μετά την προθέρμανση, καθώς και κάθε 7,5 λεπτά της δοκιμασίας οι αθλητές λάμβαναν 1,5 ml/kg του αντίστοιχου αθλητικού ποτού. Κατά τη δοκιμασία οι εθελοντές έπρεπε να ολοκληρώσουν την παραγωγή καθορισμένου έργου που χρειάζεται περίπου 1 ώρα, όσο πιο γρήγορα μπορούσαν. Στις περιπτώσεις που γινόταν ξέπλυμα του στόματος με υδατανθρακούχο αθλητικό ποτό ο χρόνος για την ολοκλήρωση της δοκιμασίας ήταν μικρότερος από ότι στις περιπτώσεις που γινόταν ξέπλυμα του στόματος με μη υδατανθρακούχο αθλητικό ποτό και η αθλητική απόδοση βελτιώθηκε κατά 3,7%. Στις περιπτώσεις της κατάποσης δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά των χρόνων για την ολοκλήρωση του έργου μεταξύ των δύο διαφορετικών αθλητικών ποτών. Το σημαντικό συμπέρασμα της συγκεκριμένης μελέτης ήταν ότι το ξέπλυμα του στόματος με υδατανθρακούχο ποτό βελτιώνει την αθλητική απόδοση συγκριτικά με την κατάποση του ποτού. Σύμφωνα με τους ερευνητές είναι πιθανό τα νευρικά σήματα κόπωσης από τους μύες προς τον εγκέφαλο να καταστέλλονται ασυναίσθητα από τα νευρικά σήματα των υποδοχέων υδατανθράκων της στοματικής κοιλότητας. Αξιοσημείωτο είναι επίσης το γεγονός ότι σε αυτή τη μελέτη χρησιμοποιήθηκε γνωστό υδατανθρακούχο ποτό της αγοράς που περιείχε μονοσακχαρίτες και δισακχαρίτες, σε αντίθεση με την μελέτη των Carter et al. (2004b) που περιείχε μόνο μαλτοδεξτρίνη. Συνεπώς, τόσο οι σύνθετοι όσο και οι απλοί υδατάνθρακες φαίνεται να ενεργοποιούν την εργογόνο δράση του “mouth rinse”.

Κατά την τελευταία μελέτη που εξέτασε τις επιδράσεις του ξεπλύματος του στόματος με υδατανθρακούχο ποτό στην αθλητική απόδοση χρησιμοποιήθηκε μια δοκιμασία 30 λεπτών τρεξίματος σε διάδρομο (Rollo, Williams et al. 2008). Δέκα προπονημένοι αθλητές μετά από προθέρμανση 10 λεπτών ολοκλήρωσαν τη δοκιμασία σε διάδρομο που αυτόματα προσαρμόζε την ταχύτητα τρεξίματος χωρίς να χρειάζεται να κάνει αλλαγές ο ίδιος ο αθλητής όταν αισθανόταν ότι κουράζεται ή ότι μπορεί να τρέξει και πιο γρήγορα. Κατά τη διάρκεια της προθέρμανσης και της δοκιμασίας οι αθλητές ξέπλεναν το στόμα τους είτε με υδατανθρακούχο διάλυμα είτε με μη υδατανθρακούχο διάλυμα με την ίδια γεύση.

Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν ότι το ξέπλυμα του στόματος με υδατανθρακούχο ποτό επέδρασε σημαντικά στην αύξηση της ταχύτητας τρεξίματος κατά τα πρώτα 5 λεπτά της δοκιμασίας, γεγονός που συνέβαλε σε μεγάλη διαφορά στην απόσταση που διανύθηκε στα 30 λεπτά, συγκριτικά με τη δοκιμασία κατά την οποία το διάλυμα δεν περιείχε υδατάνθρακες. Σύμφωνα με τους μελετητές που πραγματοποίησαν αυτή την έρευνα είναι πιθανό η αναγνώριση των υδατανθράκων από τους στοματικούς υποδοχείς να αναμεταδίδει ένα μήνυμα στον εγκέφαλο ότι υπάρχει μια νέα πηγή ενέργειας για τον οργανισμό. Αυτή η πληροφορία μπορεί να προκαλεί μια διαφορετική αντίδραση του οργανισμού ως προς την άσκηση, για παράδειγμα, υψηλότερη ταχύτητα κατά το τρέξιμο, όπως στην παρούσα έρευνα.

Ερευνητική υπόθεση

Το «ξέπλυμα» της στοματικής κοιλότητας με νερό συμβάλλει στην αθλητική απόδοση συγκριτικά με την κατάποση ίδιας ποσότητας νερού σε αφυδατωμένους ποδηλάτες.

Σκοπός της έρευνας

Να μελετηθεί αν η κατάποση νερού ανά τακτά χρονικά διαστήματα ή το ξέπλυμα του στόματος με ίδια ποσότητα νερού και ίδια συχνότητα μπορεί να επιδράσει στην παράταση μιας συγκεκριμένης δοκιμασίας στην ποδηλασία σε θερμό περιβάλλον σε αφυδατωμένους αθλητές.

Ερευνητικό πρωτόκολλο

Μετά από ανασκόπηση παρόμοιων ερευνητικών προγραμμάτων και της βιβλιογραφίας που σχετίζεται με την αξιολόγηση της αθλητικής απόδοσης στην ποδηλασία τέθηκε αρχικά το πλαίσιο επιλογής των κατάλληλων εθελοντών. Για την αξιολόγησή τους εκτιμήθηκαν κυρίως τρεις παράγοντες, η μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου, η μέγιστη ικανότητα απόδοσης έργου (W_{max}) καθώς και η σύσταση σώματος, με τη βασική προϋπόθεση ότι όλοι ήταν ποδηλάτες.

Μεθοδολογία

Στην παρούσα έρευνα πήραν μέρος εθελοντικά 3 νέοι υγιείς ποδηλάτες με καλή φυσική κατάσταση ($VO_{2max}=55,07\pm4,83$). Τα ανθρωπομετρικά τους στοιχεία αναφέρονται στον πίνακα που ακολουθεί:

Ηλικία	25 $\pm$ 1
Βάρος (kg)	79,03 $\pm$ 4,7
Υψος(m)	1,78
BMI	24,94 $\pm$ 1,48
% Σωματικού Λίπους	19,9 $\pm$ 4,76
$VO_2 \max$ (ml/kg*min)	55,07 $\pm$ 4,83

Το ερευνητικό πρωτόκολλο περιλάμβανε 4 επισκέψεις στο εργαστήριο συνολικά.

Κατά την πρώτη επίσκεψη ο εθελοντής ενημερωνόταν αναλυτικά για τη διαδικασία που θα έπονταν. Του δινόταν οδηγίες για τις ημέρες που προηγούνταν των δοκιμασιών και ενημερωνόταν για τις επόμενες επισκέψεις.

Οι οδηγίες για την προηγούμενη μέρα περιελάμβαναν αποχή από έντονη φυσική δραστηριότητα, από αλκοολούχα ποτά και ποτά με καφεΐνη, καθώς και από προϊόντα καπνού και αποχή από τροφή μετά τις 21.00 το προηγούμενο βράδυ προς επίτευξη 12ωρης νηστείας πριν τη δοκιμασία. Τονίσθηκε η σημασία της κατανάλωσης υγρών καθ' όλη τη διάρκεια της προηγούμενης ημέρας, γιατί ήταν απαραίτητη η καλή κατάσταση υδάτωσης τους πριν την έναρξη της δοκιμασίας. Ζητήθηκε επίσης από τους εθελοντές να καταγράψουν την διατροφή τους την ημέρα που προηγούνταν της πρώτης δοκιμασίας. Τους δόθηκε οδηγία να ακολουθούν την ίδια διατροφή κάθε φορά την μέρα πριν τη δοκιμασία.

Το επόμενο βήμα κατά την πρώτη επίσκεψη ήταν η μέτρηση της σύστασης σώματος με τη μέθοδο απορροφησιομετρίας ακτινών Χ διπλής ενέργειας (DXA). Η τεχνική αυτή βασίζεται στο μοριακό μοντέλο των τριών διαμερισμάτων. Οι μετρήσεις DXA παρέχουν τρεις διαφορετικές τιμές για τρία διαφορετικά διαμερίσματα του σώματος, τη λιπώδη μάζα σώματος, την ισχνή μάζα σώματος και την μάζα των οστικών μετάλλων. Η μέτρηση αυτή διαρκεί περίπου 20 λεπτά.

Για την αξιολόγηση της φυσικής κατάστασης των εθελοντών εφαρμόστηκε μια δοκιμασία μέτρησης της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου (Arts, Kuipers et al. 1993). Ο εθελοντής ποδηλατούσε για 5 λεπτά σε ένταση 100 Watt και μετά κάθε 2,5 λεπτά αυξάνονταν η ένταση κατά 50 Watt μέχρι η καρδιακή του συχνότητα να ξεπεράσει τους 160 παλμούς/λεπτό. Από αυτό το σημείο και μετά η ένταση αυξάνονταν κατά 25 Watt κάθε 2,5 λεπτά μέχρι εξάντλησης. Η δοκιμασία έγινε σε εργομετρικό ποδήλατο Monark 839 E και η καρδιακή συχνότητα παρακολουθούνταν με καρδιοσυχνόμετρο Suunto T3C. Κατά τη δοκιμασία αυτή καθορίστηκε και το μέγιστο παραγόμενο έργο (W_{max}) στην οποία δύναται να ποδηλατήσει ο αθλητής. Η μέγιστη ένταση ήταν η ένταση στην οποία ποδηλάτησε για 2,5 λεπτά στα συγκεκριμένα Watt.

Πρώτο στάδιο: Πρωτόκολλο αφυδάτωσης

Κατά τις επόμενες τρεις επισκέψεις στο εργαστήριο ακολουθούνταν μια συγκεκριμένη διαδικασία. Κατά την άφιξη του εθελοντή στο εργαστήριο παραλαμβάνονταν τα πρωινά ούρα, γινόταν η πρώτη μέτρηση του σωματικού βάρους και στη συνέχεια γινόταν τοποθέτηση φλεβοκαθετήρα από εξειδικευμένο προσωπικό. Ο εθελοντής παρέμενε για 10 λεπτά καθιστός σε δροσερό περιβάλλον και ακολουθούσε η πρώτη αιμοληψία.

Το επόμενο βήμα ήταν το πρωτόκολλο αφυδάτωσης με άσκηση μέτριας έντασης (130-140 παλμούς) στους 30°C. Το πρωτόκολλο αυτό αποτελούταν από 25 λεπτά άσκηση σε δαπεδοεργόμετρο, 5 λεπτά ξεκούραση, 25 λεπτά άσκηση σε κυκλοεργόμετρο, 5 λεπτά ξεκούραση και επανάληψη αυτών μέχρι επίτευξης απώλειας 2% του βάρους (Kenefick, Maresh et al. 2000). Μετά την ολοκλήρωση κάθε 25 λεπτών άσκησης οι εθελοντές σκουπίζονταν και ζυγίζονταν χωρίς ρουχισμό για να εκτιμηθούν τα επίπεδα αφυδάτωσης. Σε όλη τη διάρκεια του πρωτοκόλλου αφυδάτωσης παρακολουθούνταν η καρδιακή συχνότητα. Κατά την ολοκλήρωση του πρωτοκόλλου αφυδάτωσης πραγματοποιούνταν αιμοληψία, συλλογή ούρων και ζύγιση.

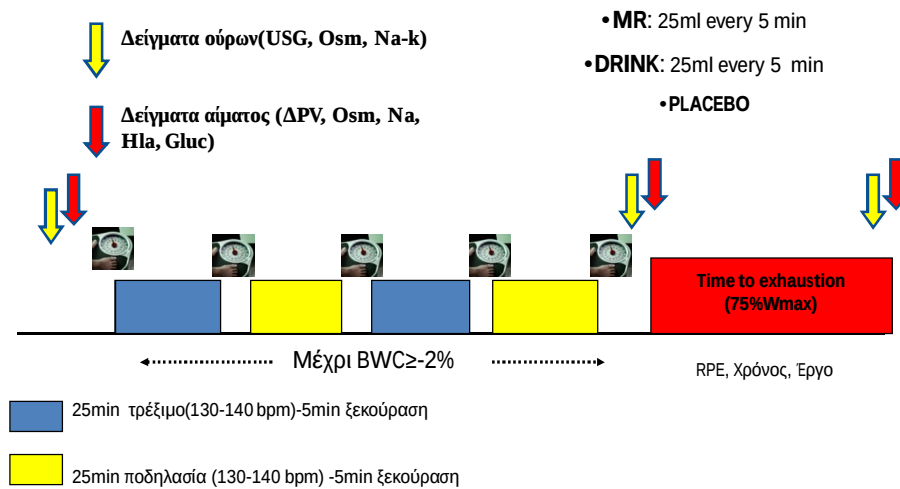
Δεύτερο στάδιο: Δοκιμασία εκτίμησης της αθλητικής απόδοσης

Το πρωτόκολλο δοκιμασίας της αθλητικής απόδοσης ήταν μια δοκιμασία σε ένταση 75% W_{max} του κάθε εθελοντή μέχρι εξάντλησης (Jeukendrup, Saris et al. 1996). Η δοκιμασία αυτή εφαρμοζόταν υπό τρεις διαφορετικές συνθήκες με τυχαία σειρά κατά τις τρεις επισκέψεις του εθελοντή στο εργαστήριο. Στην μια περίπτωση κάθε 5 λεπτά ξεκινώντας από την έναρξη της δοκιμασίας δίνονταν στον εθελοντή 25 ml νερό για να «ξεπλύνει» το στόμα του. Στη δεύτερη περίπτωση (τρίτη επίσκεψη στο εργαστήριο) ο εθελοντής κατάπινε την ίδια ποσότητα νερού, ενώ στην τρίτη περίπτωση (τέταρτη επίσκεψη στο

εργαστήριο) δεν κατανάλωνε με κανένα τρόπο υγρά. Φυσικά σε κάθε εθελοντή η σειρά των τριών δοκιμασιών ήταν τυχαία και οι επισκέψεις στο εργαστήριο απείχαν μεταξύ τους μια εβδομάδα. Από την έναρξη της δοκιμασίας καταγράφονταν κάθε λεπτό η καρδιακή συχνότητα τηλεμετρικά με παλμογράφο και κάθε 2 λεπτά γινόταν εκτίμηση του βαθμού κόπωσης του εθελοντή με την κλίμακα Borg (Borg 1982). Όλη η διαδικασία λάμβανε χώρα σε ειδικά διαμορφωμένο θάλαμο με θερμοκρασία 30°C. Το τεστ σταματούσε όταν ο εθελοντής ποδηλατούσε με ταχύτητα κάτω από 50 rpm, οπότε και καταγράφονταν η διάρκεια της δοκιμασίας και η ενέργεια που κατανάλωσε ο αθλητής κατά τη διάρκεια αυτής. Ακολουθούσε η τελική ζύγιση του αθλητή και στη συνέχεια γινόταν η τελευταία αιμοληψία.

Συνοπτικά το ερευνητικό πρωτόκολλο, παρουσιάζεται στο σχήμα που ακολουθεί :

Πρωτόκολλο



Borg Scale	
6	
7	very, very light
8	
9	very light
10	
11	fairly light
12	
13	somewhat hard
14	
15	hard
16	
17	very hard
18	
19	very, very hard
20	maximum exertion

Επιπρόσθετοι Παράγοντες που αξιολογήθηκαν

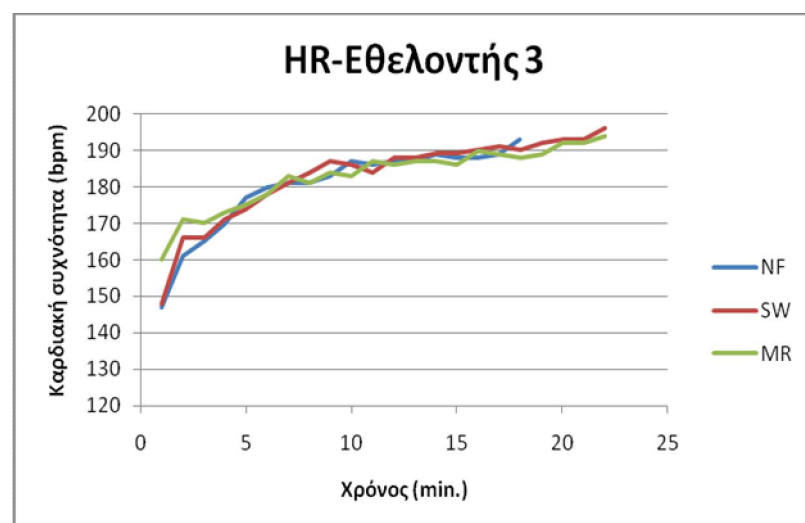
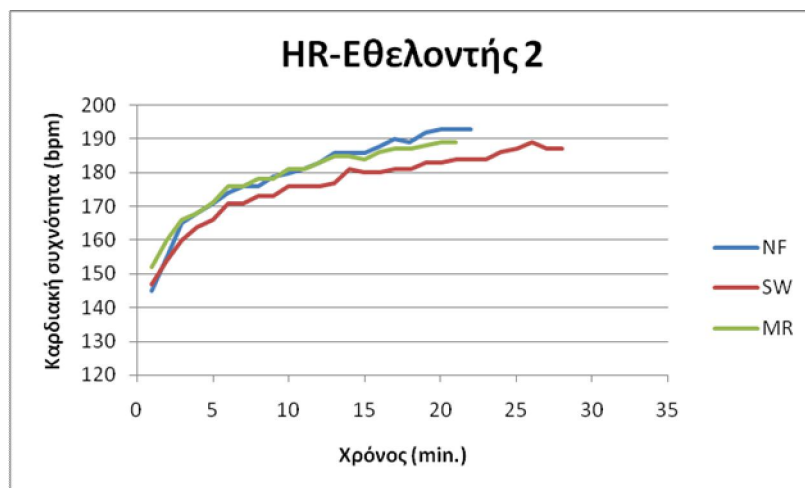
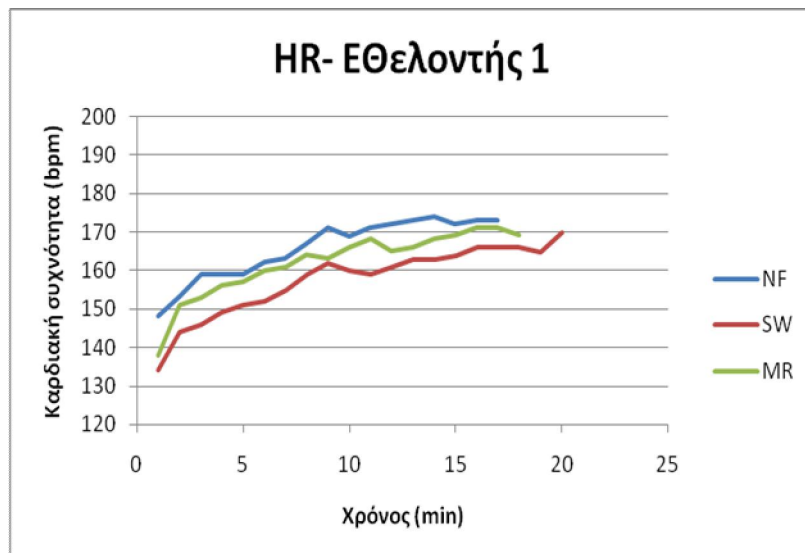
Για την εκτίμηση των επιπέδων αφυδάτωσης χρησιμοποιήθηκαν οι αλλαγές του σωματικού βάρους κατά τη διάρκεια του πρωτοκόλλου αφυδάτωσης και κατά το τέλος της δοκιμασίας εκτίμησης της αθλητικής απόδοσης. Επίσης, ο αιματοκρίτης μετρήθηκε με τη μέθοδο του μικροαιματοκρίτη. Τα δείγματα ελέγχθηκαν 3 φορές αφού πρώτα φυγοκεντρήθηκαν για 5 λεπτά στις 10000 στροφές. Η αιμοσφαιρίνη υπολογίστηκε με τη μέθοδο της κυανομεθαιμοσφαιρίνης χρησιμοποιώντας αντιδραστήρια της Sigma-Aldrich, Inc. Τα δείγματα για την αιμοσφαιρίνη μετρήθηκαν 3 φορές.

Για την εκτίμηση των επιπέδων αφυδάτωσης χρησιμοποιήθηκαν επίσης οι μεταβολές του όγκου πλάσματος που προσδιορίστηκαν από τις τιμές του μικροαιματοκρίτη και της αιμοσφαιρίνης με βάση την εξίσωση των Dill και Costill (Dill and Costill 1974).

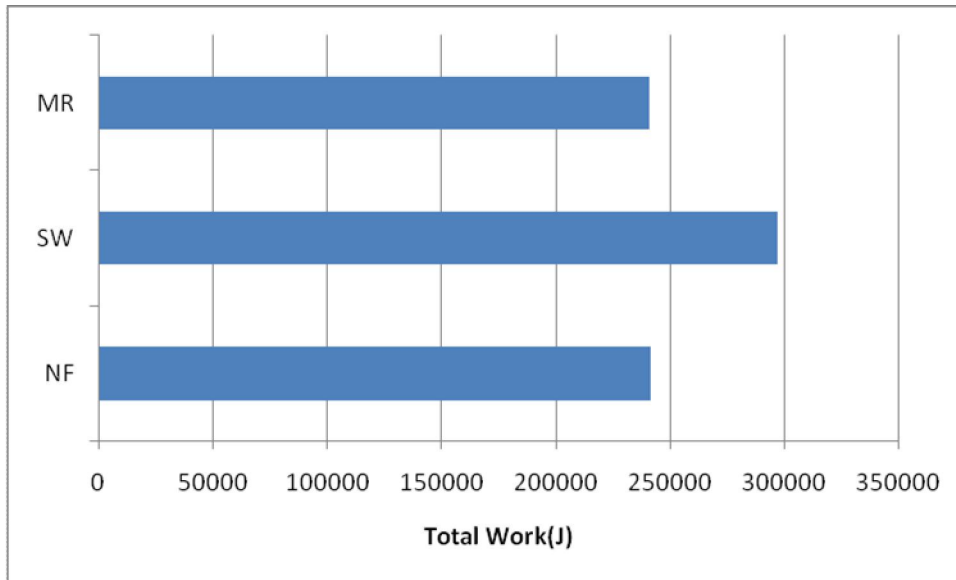
Αποτελέσματα

Παρόλο που μέχρι στιγμής έχει εφαρμοστεί σε μικρό δείγμα το συγκεκριμένο ερευνητικό πρωτόκολλο υπάρχουν κάποιες αξιοσημείωτες παρατηρήσεις στα αποτελέσματα των δεικτών που μελετώνται.

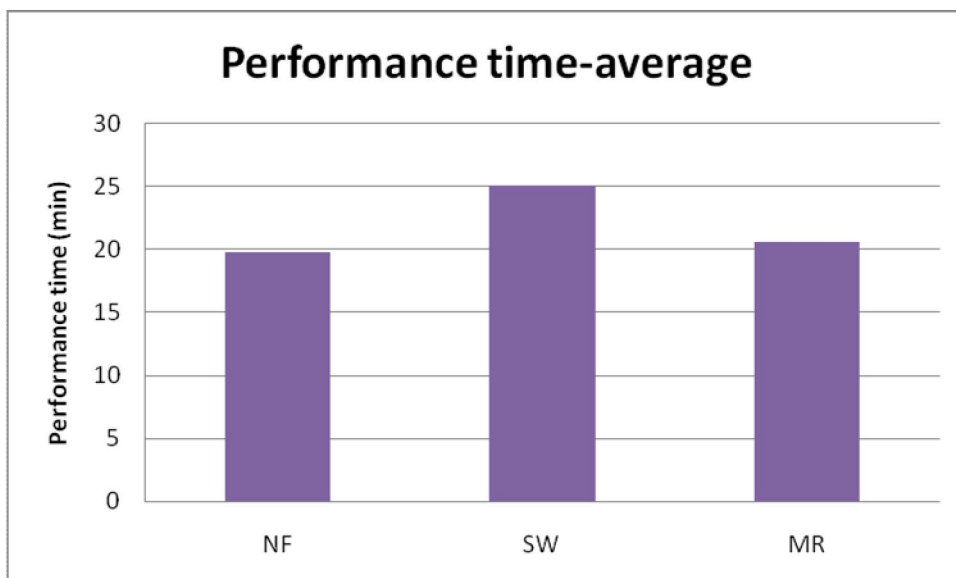
Αξίζει να σημειωθεί ότι η καρδιακή συχνότητα στους 2 από τους 3 εθελοντές παρέμεινε σε πιο χαμηλά επίπεδα κατά τις δοκιμασίες κατάποσης (SW) , συγκριτικά με την δοκιμασία «ξεπλύματος» με νερό (MR) και τη δοκιμασία χωρίς υγρά (NF) όπως φαίνεται στα παρακάτω γραφήματα. Όσο χαμηλότερη παραμένει η καρδιακή συχνότητα, τόσο λιγότερο επιβαρύνεται η καρδιακή λειτουργία και επιβραδύνεται η κόπωση κατά την άσκηση.



Η παραγωγή έργου ήταν η μέγιστη κατά τη δοκιμασία κατάποσης, ενώ στη δοκιμασία χωρίς υγρά (NF) ήταν η χαμηλότερη σε κάθε εθελοντή. Στο διάγραμμα που ακολουθεί φαίνεται ο μέσος όρος των εθελοντών σε κάθε συνθήκη. Το γεγονός ότι η παραγωγή έργου ήταν η μέγιστη κατά τη δοκιμασία κατάποσης υποδεικνύει την τάση για βελτίωση της αθλητικής απόδοσης με αυτό τον τρόπο.



Ο χρόνος μέχρι την εξάντληση ήταν μεγαλύτερος κατά τη δοκιμασία κατάποσης συγκριτικά με την δοκιμασία «ξεπλύματος» με νερό (MR) και τη δοκιμασία χωρίς υγρά (NF) όπως φαίνεται στο παρακάτω γράφημα. Συγκεκριμένα ο μέσος χρόνος μέχρι την εξάντληση κατά τη δοκιμασία της κατάποσης ήταν 24'13'' και κατά τη δοκιμασία του "mouthrinse" ήταν 20'34'', ενώ στην δοκιμασία χωρίς υγρά ο χρόνος μέχρι την εξάντληση ήταν 19'47''.



Συζήτηση

Παρά το γεγονός ότι έχουν υποδειχθεί από πολλές έρευνες οι αρνητικές επιδράσεις της αφυδάτωσης στην αθλητική απόδοση, αλλά και τα πλεονεκτήματα της κατανάλωσης υγρών κατά τη διάρκεια αυτής, πολλοί αθλητές δεν καταναλώνουν επαρκείς ποσότητες υγρών για να αναπληρώσουν τις απώλειες τους. Επίσης, είναι αξιοσημείωτο το γεγονός ότι κατά τη διάρκεια της άσκησης παρατηρούνται συχνά γαστρεντερικές διαταραχές (Mitchell, Costill et al. 1989; Neuffer, Young et al. 1989; Maughan, Leiper et al. 1990; Moses 1990; Rehrer, Brouns et al. 1990; Soffer, Summers et al. 1991; Brown, Ketelaar et al. 1994; Kondo, Naruse et al. 1994; Pals, Chang et al. 1997). Ίσως ενστικτωδώς κάποιοι αθλούμενοι λοιπόν να μην καταπίνουν τα υγρά κατά τη διάρκεια της άσκησης, είτε από φόβο εμφάνισης γαστρεντερικών διαταραχών είτε λόγω ανεπαρκούς αισθήματος της δίψας. Έχει παρατηρηθεί συχνά σε διάφορα αγωνίσματα το «ξέπλυμα» του στόματος με νερό, αλλά δεν έχει διευκρινιστεί η αιτιολογία ή ο μηχανισμός που ωθεί τους αθλούμενους σε αυτή τη συμπεριφορά.

Αξίζει να σημειωθεί ότι κατά το παρόν ερευνητικό πρωτόκολλο μελετήθηκε η επίδραση του «ξέπλματος» του στόματος με νερό συγκριτικά με κατάποση ίσης ποσότητας σε τακτά χρονικά διαστήματα σε αφυδατωμένους αθλητές σε θερμό περιβάλλον, κάτι που μέχρι σήμερα δεν έχει επιδιωχθεί σε άλλες έρευνες. Είναι σημαντικό το γεγονός ότι η πρόσληψη νερού συνδέεται με την επίδραση του νευρικού συστήματος. Μια αύξηση στην θερμοκρασία του υποθαλάμου διεγείρει την πρόσληψη, ενώ η μείωση της θερμοκρασίας αναχαιτίζει την πρόσληψη υγρών (Andersson et al., 1964).

Η μελέτη του «ξέπλματος» του στόματος με νερό κατά την άσκηση συγκριτικά με την κατάποση της ίδιας μικρής ποσότητας νερού σε τακτά χρονικά διαστήματα δεν έχει μελετηθεί μέχρι τώρα. Στις μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί για την επίδραση του «ξέπλματος» του στόματος στην αθλητική απόδοση διερευνήθηκε ο ρόλος των αθλητικών ποτών που περιέχουν υδατάνθρακες και όχι ο ρόλος του νερού. Οι μελετητές που πραγματοποίησαν αυτές τις έρευνες υποστηρίζουν ότι είναι πιθανό να υπάρχουν ειδικοί στοματικοί υποδοχείς που αναγνωρίζουν τους υδατάνθρακες. Κατ' επέκταση είναι πιθανό η αναγνώριση των υδατανθράκων από τους στοματικούς υποδοχείς να αναμεταδίδει ένα μήνυμα στον εγκέφαλο ότι υπάρχει μια νέα πηγή ενέργειας για τον οργανισμό. Ένας τέτοιος μηχανισμός ενδεχομένως δύναται να συμβάλλει στη βελτίωση της αθλητικής απόδοσης.

Οι πληροφορίες από αισθητήρες της στοματοφαρυγγικής κοιλότητας παίζουν σημαντικό ρόλο στη δημιουργία αισθήματος δίψας κατά την αφυδάτωση όπως έχει φανεί από προηγούμενες έρευνες.

Στην παρούσα έρευνα φάνηκε ότι υπάρχει μια τάση βελτίωσης της αθλητικής απόδοσης και παραγωγής μεγαλύτερου έργου κατά την κατάποση νερού συγκριτικά με το «ξέπλυμα» με νερό. Συγκεκριμένα ο μέσος χρόνος μέχρι την εξάντληση κατά τη δοκιμασία της κατάποσης ήταν 24'13'' και κατά τη δοκιμασία του "mouthrinse" ήταν 20'34'', ενώ στην δοκιμασία χωρίς υγρά ο χρόνος μέχρι την εξάντληση ήταν 19'47''.

Αξίζει να σημειωθεί ότι όλοι οι εθελοντές που ολοκλήρωσαν τις δοκιμασίες ανέφεραν ότι αισθάνθηκαν καλύτερα και μπόρεσαν να αποδώσουν περισσότερο με την κατάποση έστω και μικρής ποσότητας υγρών συγκριτικά με το «ξέπλυμα» με νερό.

Βιβλιογραφία

- Dill, D. B. and D. L. Costill (1974). "Calculation of percentage changes in volumes of blood, plasma, and red cells in dehydration." J Appl Physiol **37**(2): 247-8.
- Arts, F. J., H. Kuipers, et al. (1993). "A short cycle ergometer test to predict maximal workload and maximal oxygen uptake." Int J Sports Med **14**(8): 460-4.
- Borg, G. A. (1982). "Psychophysical bases of perceived exertion." Med Sci Sports Exerc **14**(5): 377-81.
- Jeukendrup, A., W. H. Saris, et al. (1996). "A new validated endurance performance test." Med Sci Sports Exerc **28**(2): 266-70.
- Kenefick, R. W., C. M. Maresh, et al. (2000). "Plasma vasopressin and aldosterone responses to oral and intravenous saline rehydration." J Appl Physiol **89**(6): 2117-22.
- Carter, J. M., A. E. Jeukendrup, et al. (2004). "The effect of carbohydrate mouth rinse on 1-h cycle time trial performance." Med Sci Sports Exerc **36**(12): 2107-11.
- Pottier, A., J. Bouckaert, et al. (2008). "Mouth rinse but not ingestion of a carbohydrate solution improves 1-h cycle time trial performance." Scand J Med Sci Sports.
- Rollo, I., C. Williams, et al. (2008). "The influence of carbohydrate mouth rinse on self-selected speeds during a 30-min treadmill run." Int J Sport Nutr Exerc Metab **18**(6): 585-600.
- Whitham, M. and J. McKinney (2007). "Effect of a carbohydrate mouthwash on running time-trial performance." J Sports Sci **25**(12): 1385-92.
- Andreoli, T. E. (2000). "Water: normal balance, hyponatremia, and hypernatremia." Ren Fail **22**(6): 711-35.
- Arts, F. J., H. Kuipers, et al. (1993). "A short cycle ergometer test to predict maximal workload and maximal oxygen uptake." Int J Sports Med **14**(8): 460-4.

- Bachle, L., J. Eckerson, et al. (2001). "The effect of fluid replacement on endurance performance." J Strength Cond Res **15**(2): 217-24.
- Bar-Or, O., R. Dotan, et al. (1980). "Voluntary hypohydration in 10- to 12-year-old boys." J Appl Physiol **48**(1): 104-8.
- Below, P. R., R. Mora-Rodriguez, et al. (1995). "Fluid and carbohydrate ingestion independently improve performance during 1 h of intense exercise." Med Sci Sports Exerc **27**(2): 200-10.
- Borg, G. A. (1982). "Psychophysical bases of perceived exertion." Med Sci Sports Exerc **14**(5): 377-81.
- Boudou, P., J. Fiet, et al. (1987). "[Changes in several plasma and urinary components in marathon runners]." Ann Biol Clin (Paris) **45**(1): 37-45.
- Carter, J. M., A. E. Jeukendrup, et al. (2004). "The effect of carbohydrate mouth rinse on 1-h cycle time trial performance." Med Sci Sports Exerc **36**(12): 2107-11.
- Casa, D. J., C. M. Maresh, et al. (2000). "Intravenous versus oral rehydration during a brief period: responses to subsequent exercise in the heat." Med Sci Sports Exerc **32**(1): 124-33.
- Castellani, J. W., C. M. Maresh, et al. (1998). "Endocrine responses during exercise-heat stress: effects of prior isotonic and hypotonic intravenous rehydration." Eur J Appl Physiol Occup Physiol **77**(3): 242-8.
- Cheuvront, S. N., R. Carter, 3rd, et al. (2004). "Daily body mass variability and stability in active men undergoing exercise-heat stress." Int J Sport Nutr Exerc Metab **14**(5): 532-40.
- Cheuvront, S. N., R. Carter, 3rd, et al. (2003). "Fluid balance and endurance exercise performance." Curr Sports Med Rep **2**(4): 202-8.

- Cheuvront, S. N. and E. M. Haymes (2001). "Thermoregulation and marathon running: biological and environmental influences." Sports Med **31**(10): 743-62.
- Convertino, V. A. (1991). "Blood volume: its adaptation to endurance training." Med Sci Sports Exerc **23**(12): 1338-48.
- Convertino, V. A., L. E. Armstrong, et al. (1996). "American College of Sports Medicine position stand. Exercise and fluid replacement." Med Sci Sports Exerc **28**(1): i-vii.
- Cox, G. R., B. Desbrow, et al. (2002). "Effect of different protocols of caffeine intake on metabolism and endurance performance." J Appl Physiol **93**(3): 990-9.
- Coyle, E. F. (2004). "Fluid and fuel intake during exercise." J Sports Sci **22**(1): 39-55.
- Coyle, E. F. and S. J. Montain (1992). "Carbohydrate and fluid ingestion during exercise: are there trade-offs?" Med Sci Sports Exerc **24**(6): 671-8.
- Eklom, B., C. J. Greenleaf, et al. (1970). "Temperature regulation during exercise dehydration in man." Acta Physiol Scand **79**(4): 475-83.
- Fallowfield, J. L., C. Williams, et al. (1996). "Effect of water ingestion on endurance capacity during prolonged running." J Sports Sci **14**(6): 497-502.
- Figaro, M. K. and G. W. Mack (1997). "Regulation of fluid intake in dehydrated humans: role of oropharyngeal stimulation." Am J Physiol **272**(6 Pt 2): R1740-6.
- Fomon, S. J. (1967). "Body composition of the male reference infant during the first year of life." Pediatrics **40**(5): 863-70.
- Freund, B. J., S. J. Montain, et al. (1995). "Glycerol hyperhydration: hormonal, renal, and vascular fluid responses." J Appl Physiol **79**(6): 2069-77.
- Gisolfi, C. V. and S. M. Duchman (1992). "Guidelines for optimal replacement beverages for different athletic events." Med Sci Sports Exerc **24**(6): 679-87.
- Gonzalez-Alonso, J., J. A. Calbet, et al. (1998). "Muscle blood flow is reduced with dehydration during prolonged exercise in humans." J Physiol **513 (Pt 3)**: 895-905.

- Gonzalez-Alonso, J., R. Mora-Rodriguez, et al. (1995). "Dehydration reduces cardiac output and increases systemic and cutaneous vascular resistance during exercise." J Appl Physiol **79**(5): 1487-96.
- Gonzalez-Alonso, J., R. Mora-Rodriguez, et al. (1997). "Dehydration markedly impairs cardiovascular function in hyperthermic endurance athletes during exercise." J Appl Physiol **82**(4): 1229-36.
- Greenleaf, J. E. (1992). "Problem: thirst, drinking behavior, and involuntary dehydration." Med Sci Sports Exerc **24**(6): 645-56.
- Hubbard, R. W., B. L. Sandick, et al. (1984). "Voluntary dehydration and alliesthesia for water." J Appl Physiol **57**(3): 868-73.
- Jentjens, R. L., C. Shaw, et al. (2005). "Oxidation of combined ingestion of glucose and sucrose during exercise." Metabolism **54**(5): 610-8.
- Jeukendrup, A., W. H. Saris, et al. (1996). "A new validated endurance performance test." Med Sci Sports Exerc **28**(2): 266-70.
- Jeukendrup, A. E. (2004). "Carbohydrate intake during exercise and performance." Nutrition **20**(7-8): 669-77.
- Kavouras, S. A. (2002). "Assessing hydration status." Curr Opin Clin Nutr Metab Care **5**(5): 519-24.
- Kavouras, S. A., L. E. Armstrong, et al. (2006). "Rehydration with glycerol: endocrine, cardiovascular, and thermoregulatory responses during exercise in the heat." J Appl Physiol **100**(2): 442-50.
- Kenefick, R. W., C. M. Maresh, et al. (2000). "Plasma vasopressin and aldosterone responses to oral and intravenous saline rehydration." J Appl Physiol **89**(6): 2117-22.

- Kenney, W. L., C. G. Tankersley, et al. (1990). "Age and hypohydration independently influence the peripheral vascular response to heat stress." J Appl Physiol **68**(5): 1902-8.
- Kovacs, E. M., R. M. Schmahl, et al. (2002). "Effect of high and low rates of fluid intake on post-exercise rehydration." Int J Sport Nutr Exerc Metab **12**(1): 14-23.
- Latzka, W. A., M. N. Sawka, et al. (1997). "Hyperhydration: thermoregulatory effects during compensable exercise-heat stress." J Appl Physiol **83**(3): 860-6.
- Latzka, W. A., M. N. Sawka, et al. (1998). "Hyperhydration: tolerance and cardiovascular effects during uncompensable exercise-heat stress." J Appl Physiol **84**(6): 1858-64.
- Martin, A. D., M. Z. Daniel, et al. (1994). "Adipose tissue density, estimated adipose lipid fraction and whole body adiposity in male cadavers." Int J Obes Relat Metab Disord **18**(2): 79-83.
- Maughan, R. J., J. B. Leiper, et al. (1996). "Restoration of fluid balance after exercise-induced dehydration: effects of food and fluid intake." Eur J Appl Physiol Occup Physiol **73**(3-4): 317-25.
- McConnell, G. K., C. M. Burge, et al. (1997). "Influence of ingested fluid volume on physiological responses during prolonged exercise." Acta Physiol Scand **160**(2): 149-56.
- McConnell, G. K., T. J. Stephens, et al. (1999). "Fluid ingestion does not influence intense 1-h exercise performance in a mild environment." Med Sci Sports Exerc **31**(3): 386-92.
- Mitchell, J. B. and K. W. Voss (1991). "The influence of volume on gastric emptying and fluid balance during prolonged exercise." Med Sci Sports Exerc **23**(3): 314-9.
- Mitchell, J. W., E. R. Nadel, et al. (1972). "Respiratory weight losses during exercise." J Appl Physiol **32**(4): 474-6.

- Mittleman, K. D. (1996). "Influence of angiotensin II blockade during exercise in the heat." Eur J Appl Physiol Occup Physiol **72**(5-6): 542-7.
- Montain, S. J., S. N. Cheuvront, et al. (2006). "Exercise associated hyponatraemia: quantitative analysis to understand the aetiology." Br J Sports Med **40**(2): 98-105; discussion 98-105.
- Montain, S. J. and E. F. Coyle (1992). "Fluid ingestion during exercise increases skin blood flow independent of increases in blood volume." J Appl Physiol **73**(3): 903-10.
- Montain, S. J., W. A. Latzka, et al. (1995). "Control of thermoregulatory sweating is altered by hydration level and exercise intensity." J Appl Physiol **79**(5): 1434-9.
- Neufer, P. D., A. J. Young, et al. (1989). "Gastric emptying during exercise: effects of heat stress and hypohydration." Eur J Appl Physiol Occup Physiol **58**(4): 433-9.
- Noakes, T. (2003). "Fluid replacement during marathon running." Clin J Sport Med **13**(5): 309-18.
- Noakes, T. D., N. J. Rehrer, et al. (1991). "The importance of volume in regulating gastric emptying." Med Sci Sports Exerc **23**(3): 307-13.
- Nose, H., G. W. Mack, et al. (1988). "Involvement of sodium retention hormones during rehydration in humans." J Appl Physiol **65**(1): 332-6.
- Novak, L. P. (1989). "Changes in total body water during adolescent growth." Hum Biol **61**(3): 407-14.
- O'Brien, C., B. J. Freund, et al. (2005). "Glycerol hyperhydration: physiological responses during cold-air exposure." J Appl Physiol **99**(2): 515-21.
- Owen, M. D., K. C. Kregel, et al. (1986). "Effects of ingesting carbohydrate beverages during exercise in the heat." Med Sci Sports Exerc **18**(5): 568-75.

- Pottier, A., J. Bouckaert, et al. (2008). "Mouth rinse but not ingestion of a carbohydrate solution improves 1-h cycle time trial performance." Scand J Med Sci Sports.
- Ray, M. L., M. W. Bryan, et al. (1998). "Effect of sodium in a rehydration beverage when consumed as a fluid or meal." J Appl Physiol **85**(4): 1329-36.
- Rehrer, N. J., E. J. Beckers, et al. (1990). "Effects of dehydration on gastric emptying and gastrointestinal distress while running." Med Sci Sports Exerc **22**(6): 790-5.
- Robinson, T. A., J. A. Hawley, et al. (1995). "Water ingestion does not improve 1-h cycling performance in moderate ambient temperatures." Eur J Appl Physiol Occup Physiol **71**(2-3): 153-60.
- Rollo, I., C. Williams, et al. (2008). "The influence of carbohydrate mouth rinse on self-selected speeds during a 30-min treadmill run." Int J Sport Nutr Exerc Metab **18**(6): 585-600.
- Ryan, A. J., T. L. Bleiler, et al. (1989). "Gastric emptying during prolonged cycling exercise in the heat." Med Sci Sports Exerc **21**(1): 51-8.
- Ryan, A. J., G. P. Lambert, et al. (1998). "Effect of hypohydration on gastric emptying and intestinal absorption during exercise." J Appl Physiol **84**(5): 1581-8.
- Sawka, M. N. and E. F. Coyle (1999). "Influence of body water and blood volume on thermoregulation and exercise performance in the heat." Exerc Sport Sci Rev **27**: 167-218.
- Sawka, M. N., M. M. Toner, et al. (1983). "Hypohydration and exercise: effects of heat acclimation, gender, and environment." J Appl Physiol **55**(4): 1147-53.
- Sawka, M. N., A. J. Young, et al. (1992). "Human tolerance to heat strain during exercise: influence of hydration." J Appl Physiol **73**(1): 368-75.
- Seckl, J. R., T. D. Williams, et al. (1986). "Oral hypertonic saline causes transient fall of vasopressin in humans." Am J Physiol **251**(2 Pt 2): R214-7.

- Shapiro, Y., K. B. Pandolf, et al. (1982). "Predicting sweat loss response to exercise, environment and clothing." Eur J Appl Physiol Occup Physiol **48**(1): 83-96.
- Shirreffs, S. M. and R. J. Maughan (1998). "Urine osmolality and conductivity as indices of hydration status in athletes in the heat." Med Sci Sports Exerc **30**(11): 1598-602.
- Shirreffs, S. M. and R. J. Maughan (1998). "Volume repletion after exercise-induced volume depletion in humans: replacement of water and sodium losses." Am J Physiol **274**(5 Pt 2): F868-75.
- Takamata, A., G. W. Mack, et al. (1995). "Osmoregulatory modulation of thermal sweating in humans: reflex effects of drinking." Am J Physiol **268**(2 Pt 2): R414-22.
- Thrasher, T. N., R. G. Jones, et al. (1980). "Drinking and vasopressin release during ventricular infusions of hypertonic solutions." Am J Physiol **238**(5): R340-5.
- Thrasher, T. N., L. C. Keil, et al. (1987). "Drinking, oropharyngeal signals, and inhibition of vasopressin secretion in dogs." Am J Physiol **253**(3 Pt 2): R509-15.
- Wallis, G. A., D. S. Rowlands, et al. (2005). "Oxidation of combined ingestion of maltodextrins and fructose during exercise." Med Sci Sports Exerc **37**(3): 426-32.
- Welsh, R. S., J. M. Davis, et al. (2002). "Carbohydrates and physical/mental performance during intermittent exercise to fatigue." Med Sci Sports Exerc **34**(4): 723-31.
- Wemple, R. D., D. R. Lamb, et al. (1997). "Caffeine vs caffeine-free sports drinks: effects on urine production at rest and during prolonged exercise." Int J Sports Med **18**(1): 40-6.
- Wenger, C. B. (1972). "Heat of evaporation of sweat: thermodynamic considerations." J Appl Physiol **32**(4): 456-9.
- Whitham, M. and J. McKinney (2007). "Effect of a carbohydrate mouthwash on running time-trial performance." J Sports Sci **25**(12): 1385-92.

- Wong, S. H., C. Williams, et al. (1998). "Influence of fluid intake pattern on short-term recovery from prolonged, submaximal running and subsequent exercise capacity." J Sports Sci **16**(2): 143-52.
- Andreoli, T. E. (2000). "Water: normal balance, hyponatremia, and hypernatremia." Ren Fail **22**(6): 711-35.
- Arts, F. J., H. Kuipers, et al. (1993). "A short cycle ergometer test to predict maximal workload and maximal oxygen uptake." Int J Sports Med **14**(8): 460-4.
- Bachle, L., J. Eckerson, et al. (2001). "The effect of fluid replacement on endurance performance." J Strength Cond Res **15**(2): 217-24.
- Bar-Or, O., R. Dotan, et al. (1980). "Voluntary hypohydration in 10- to 12-year-old boys." J Appl Physiol **48**(1): 104-8.
- Below, P. R., R. Mora-Rodriguez, et al. (1995). "Fluid and carbohydrate ingestion independently improve performance during 1 h of intense exercise." Med Sci Sports Exerc **27**(2): 200-10.
- Borg, G. A. (1982). "Psychophysical bases of perceived exertion." Med Sci Sports Exerc **14**(5): 377-81.
- Boudou, P., J. Fiet, et al. (1987). "[Changes in several plasma and urinary components in marathon runners]." Ann Biol Clin (Paris) **45**(1): 37-45.
- Brown, B. P., M. A. Ketelaar, et al. (1994). "Strenuous exercise decreases motility and cross-sectional area of human gastric antrum. A study using ultrasound." Dig Dis Sci **39**(5): 940-5.
- Carter, J. M., A. E. Jeukendrup, et al. (2004). "The effect of carbohydrate mouth rinse on 1-h cycle time trial performance." Med Sci Sports Exerc **36**(12): 2107-11.
- Casa, D. J., C. M. Maresh, et al. (2000). "Intravenous versus oral rehydration during a brief period: responses to subsequent exercise in the heat." Med Sci Sports Exerc **32**(1): 124-33.
- Castellani, J. W., C. M. Maresh, et al. (1998). "Endocrine responses during exercise-heat stress: effects of prior isotonic and hypotonic intravenous rehydration." Eur J Appl Physiol Occup Physiol **77**(3): 242-8.
- Cheuvront, S. N., R. Carter, 3rd, et al. (2004). "Daily body mass variability and stability in active men undergoing exercise-heat stress." Int J Sport Nutr Exerc Metab **14**(5): 532-40.
- Cheuvront, S. N., R. Carter, 3rd, et al. (2003). "Fluid balance and endurance exercise performance." Curr Sports Med Rep **2**(4): 202-8.

- Cheuvront, S. N. and E. M. Haymes (2001). "Thermoregulation and marathon running: biological and environmental influences." Sports Med **31**(10): 743-62.
- Convertino, V. A. (1991). "Blood volume: its adaptation to endurance training." Med Sci Sports Exerc **23**(12): 1338-48.
- Convertino, V. A., L. E. Armstrong, et al. (1996). "American College of Sports Medicine position stand. Exercise and fluid replacement." Med Sci Sports Exerc **28**(1): i-vii.
- Cox, G. R., B. Desbrow, et al. (2002). "Effect of different protocols of caffeine intake on metabolism and endurance performance." J Appl Physiol **93**(3): 990-9.
- Coyle, E. F. (2004). "Fluid and fuel intake during exercise." J Sports Sci **22**(1): 39-55.
- Coyle, E. F. and S. J. Montain (1992). "Carbohydrate and fluid ingestion during exercise: are there trade-offs?" Med Sci Sports Exerc **24**(6): 671-8.
- Dill, D. B. and D. L. Costill (1974). "Calculation of percentage changes in volumes of blood, plasma, and red cells in dehydration." J Appl Physiol **37**(2): 247-8.
- Eklom, B., C. J. Greenleaf, et al. (1970). "Temperature regulation during exercise dehydration in man." Acta Physiol Scand **79**(4): 475-83.
- Fallowfield, J. L., C. Williams, et al. (1996). "Effect of water ingestion on endurance capacity during prolonged running." J Sports Sci **14**(6): 497-502.
- Figaro, M. K. and G. W. Mack (1997). "Regulation of fluid intake in dehydrated humans: role of oropharyngeal stimulation." Am J Physiol **272**(6 Pt 2): R1740-6.
- Fomon, S. J. (1967). "Body composition of the male reference infant during the first year of life." Pediatrics **40**(5): 863-70.
- Freund, B. J., S. J. Montain, et al. (1995). "Glycerol hyperhydration: hormonal, renal, and vascular fluid responses." J Appl Physiol **79**(6): 2069-77.
- Gisolfi, C. V. and S. M. Duchman (1992). "Guidelines for optimal replacement beverages for different athletic events." Med Sci Sports Exerc **24**(6): 679-87.
- Gonzalez-Alonso, J., J. A. Calbet, et al. (1998). "Muscle blood flow is reduced with dehydration during prolonged exercise in humans." J Physiol **513** (Pt 3): 895-905.
- Gonzalez-Alonso, J., R. Mora-Rodriguez, et al. (1995). "Dehydration reduces cardiac output and increases systemic and cutaneous vascular resistance during exercise." J Appl Physiol **79**(5): 1487-96.
- Gonzalez-Alonso, J., R. Mora-Rodriguez, et al. (1997). "Dehydration markedly impairs cardiovascular function in hyperthermic endurance athletes during exercise." J Appl Physiol **82**(4): 1229-36.

- Greenleaf, J. E. (1992). "Problem: thirst, drinking behavior, and involuntary dehydration." Med Sci Sports Exerc **24**(6): 645-56.
- Hubbard, R. W., B. L. Sandick, et al. (1984). "Voluntary dehydration and alliesthesia for water." J Appl Physiol **57**(3): 868-73.
- Jentjens, R. L., C. Shaw, et al. (2005). "Oxidation of combined ingestion of glucose and sucrose during exercise." Metabolism **54**(5): 610-8.
- Jeukendrup, A., W. H. Saris, et al. (1996). "A new validated endurance performance test." Med Sci Sports Exerc **28**(2): 266-70.
- Jeukendrup, A. E. (2004). "Carbohydrate intake during exercise and performance." Nutrition **20**(7-8): 669-77.
- Kavouras, S. A. (2002). "Assessing hydration status." Curr Opin Clin Nutr Metab Care **5**(5): 519-24.
- Kavouras, S. A., L. E. Armstrong, et al. (2006). "Rehydration with glycerol: endocrine, cardiovascular, and thermoregulatory responses during exercise in the heat." J Appl Physiol **100**(2): 442-50.
- Kenefick, R. W., C. M. Maresh, et al. (2000). "Plasma vasopressin and aldosterone responses to oral and intravenous saline rehydration." J Appl Physiol **89**(6): 2117-22.
- Kenney, W. L., C. G. Tankersley, et al. (1990). "Age and hypohydration independently influence the peripheral vascular response to heat stress." J Appl Physiol **68**(5): 1902-8.
- Kondo, T., S. Naruse, et al. (1994). "Effect of exercise on gastroduodenal functions in untrained dogs." Int J Sports Med **15**(4): 186-91.
- Kovacs, E. M., R. M. Schmahl, et al. (2002). "Effect of high and low rates of fluid intake on post-exercise rehydration." Int J Sport Nutr Exerc Metab **12**(1): 14-23.
- Latzka, W. A., M. N. Sawka, et al. (1997). "Hyperhydration: thermoregulatory effects during compensable exercise-heat stress." J Appl Physiol **83**(3): 860-6.
- Latzka, W. A., M. N. Sawka, et al. (1998). "Hyperhydration: tolerance and cardiovascular effects during uncompensable exercise-heat stress." J Appl Physiol **84**(6): 1858-64.
- Martin, A. D., M. Z. Daniel, et al. (1994). "Adipose tissue density, estimated adipose lipid fraction and whole body adiposity in male cadavers." Int J Obes Relat Metab Disord **18**(2): 79-83.
- Maughan, R. J., J. B. Leiper, et al. (1990). "Effects of exercise intensity on absorption of ingested fluids in man." Exp Physiol **75**(3): 419-21.

- Maughan, R. J., J. B. Leiper, et al. (1996). "Restoration of fluid balance after exercise-induced dehydration: effects of food and fluid intake." Eur J Appl Physiol Occup Physiol **73**(3-4): 317-25.
- McConnell, G. K., C. M. Burge, et al. (1997). "Influence of ingested fluid volume on physiological responses during prolonged exercise." Acta Physiol Scand **160**(2): 149-56.
- McConnell, G. K., T. J. Stephens, et al. (1999). "Fluid ingestion does not influence intense 1-h exercise performance in a mild environment." Med Sci Sports Exerc **31**(3): 386-92.
- Mitchell, J. B., D. L. Costill, et al. (1989). "Gastric emptying: influence of prolonged exercise and carbohydrate concentration." Med Sci Sports Exerc **21**(3): 269-74.
- Mitchell, J. B. and K. W. Voss (1991). "The influence of volume on gastric emptying and fluid balance during prolonged exercise." Med Sci Sports Exerc **23**(3): 314-9.
- Mitchell, J. W., E. R. Nadel, et al. (1972). "Respiratory weight losses during exercise." J Appl Physiol **32**(4): 474-6.
- Mittleman, K. D. (1996). "Influence of angiotensin II blockade during exercise in the heat." Eur J Appl Physiol Occup Physiol **72**(5-6): 542-7.
- Montain, S. J., S. N. Chevront, et al. (2006). "Exercise associated hyponatraemia: quantitative analysis to understand the aetiology." Br J Sports Med **40**(2): 98-105; discussion 98-105.
- Montain, S. J. and E. F. Coyle (1992). "Fluid ingestion during exercise increases skin blood flow independent of increases in blood volume." J Appl Physiol **73**(3): 903-10.
- Montain, S. J., W. A. Latzka, et al. (1995). "Control of thermoregulatory sweating is altered by hydration level and exercise intensity." J Appl Physiol **79**(5): 1434-9.
- Moses, F. M. (1990). "The effect of exercise on the gastrointestinal tract." Sports Med **9**(3): 159-72.
- Neufer, P. D., A. J. Young, et al. (1989). "Gastric emptying during exercise: effects of heat stress and hypohydration." Eur J Appl Physiol Occup Physiol **58**(4): 433-9.
- Neufer, P. D., A. J. Young, et al. (1989). "Gastric emptying during walking and running: effects of varied exercise intensity." Eur J Appl Physiol Occup Physiol **58**(4): 440-5.
- Noakes, T. (2003). "Fluid replacement during marathon running." Clin J Sport Med **13**(5): 309-18.
- Noakes, T. D., N. J. Rehrer, et al. (1991). "The importance of volume in regulating gastric emptying." Med Sci Sports Exerc **23**(3): 307-13.

- Nose, H., G. W. Mack, et al. (1988). "Involvement of sodium retention hormones during rehydration in humans." J Appl Physiol **65**(1): 332-6.
- Novak, L. P. (1989). "Changes in total body water during adolescent growth." Hum Biol **61**(3): 407-14.
- O'Brien, C., B. J. Freund, et al. (2005). "Glycerol hyperhydration: physiological responses during cold-air exposure." J Appl Physiol **99**(2): 515-21.
- Owen, M. D., K. C. Kregel, et al. (1986). "Effects of ingesting carbohydrate beverages during exercise in the heat." Med Sci Sports Exerc **18**(5): 568-75.
- Pals, K. L., R. T. Chang, et al. (1997). "Effect of running intensity on intestinal permeability." J Appl Physiol **82**(2): 571-6.
- Pottier, A., J. Bouckaert, et al. (2008). "Mouth rinse but not ingestion of a carbohydrate solution improves 1-h cycle time trial performance." Scand J Med Sci Sports.
- Ray, M. L., M. W. Bryan, et al. (1998). "Effect of sodium in a rehydration beverage when consumed as a fluid or meal." J Appl Physiol **85**(4): 1329-36.
- Rehrer, N. J., E. J. Beckers, et al. (1990). "Effects of dehydration on gastric emptying and gastrointestinal distress while running." Med Sci Sports Exerc **22**(6): 790-5.
- Rehrer, N. J., F. Brouns, et al. (1990). "Gastric emptying with repeated drinking during running and bicycling." Int J Sports Med **11**(3): 238-43.
- Robinson, T. A., J. A. Hawley, et al. (1995). "Water ingestion does not improve 1-h cycling performance in moderate ambient temperatures." Eur J Appl Physiol Occup Physiol **71**(2-3): 153-60.
- Rollo, I., C. Williams, et al. (2008). "The influence of carbohydrate mouth rinse on self-selected speeds during a 30-min treadmill run." Int J Sport Nutr Exerc Metab **18**(6): 585-600.
- Ryan, A. J., T. L. Bleiler, et al. (1989). "Gastric emptying during prolonged cycling exercise in the heat." Med Sci Sports Exerc **21**(1): 51-8.
- Ryan, A. J., G. P. Lambert, et al. (1998). "Effect of hypohydration on gastric emptying and intestinal absorption during exercise." J Appl Physiol **84**(5): 1581-8.
- Sawka, M. N. and E. F. Coyle (1999). "Influence of body water and blood volume on thermoregulation and exercise performance in the heat." Exerc Sport Sci Rev **27**: 167-218.
- Sawka, M. N., M. M. Toner, et al. (1983). "Hypohydration and exercise: effects of heat acclimation, gender, and environment." J Appl Physiol **55**(4): 1147-53.
- Sawka, M. N., A. J. Young, et al. (1992). "Human tolerance to heat strain during exercise: influence of hydration." J Appl Physiol **73**(1): 368-75.

- Seckl, J. R., T. D. Williams, et al. (1986). "Oral hypertonic saline causes transient fall of vasopressin in humans." Am J Physiol **251**(2 Pt 2): R214-7.
- Shapiro, Y., K. B. Pandolf, et al. (1982). "Predicting sweat loss response to exercise, environment and clothing." Eur J Appl Physiol Occup Physiol **48**(1): 83-96.
- Shirreffs, S. M. and R. J. Maughan (1998). "Urine osmolality and conductivity as indices of hydration status in athletes in the heat." Med Sci Sports Exerc **30**(11): 1598-602.
- Shirreffs, S. M. and R. J. Maughan (1998). "Volume repletion after exercise-induced volume depletion in humans: replacement of water and sodium losses." Am J Physiol **274**(5 Pt 2): F868-75.
- Soffer, E. E., R. W. Summers, et al. (1991). "Effect of exercise on intestinal motility and transit in trained athletes." Am J Physiol **260**(5 Pt 1): G698-702.
- Takamata, A., G. W. Mack, et al. (1995). "Osmoregulatory modulation of thermal sweating in humans: reflex effects of drinking." Am J Physiol **268**(2 Pt 2): R414-22.
- Thrasher, T. N., R. G. Jones, et al. (1980). "Drinking and vasopressin release during ventricular infusions of hypertonic solutions." Am J Physiol **238**(5): R340-5.
- Thrasher, T. N., L. C. Keil, et al. (1987). "Drinking, oropharyngeal signals, and inhibition of vasopressin secretion in dogs." Am J Physiol **253**(3 Pt 2): R509-15.
- Wallis, G. A., D. S. Rowlands, et al. (2005). "Oxidation of combined ingestion of maltodextrins and fructose during exercise." Med Sci Sports Exerc **37**(3): 426-32.
- Welsh, R. S., J. M. Davis, et al. (2002). "Carbohydrates and physical/mental performance during intermittent exercise to fatigue." Med Sci Sports Exerc **34**(4): 723-31.
- Wemple, R. D., D. R. Lamb, et al. (1997). "Caffeine vs caffeine-free sports drinks: effects on urine production at rest and during prolonged exercise." Int J Sports Med **18**(1): 40-6.
- Wenger, C. B. (1972). "Heat of evaporation of sweat: thermodynamic considerations." J Appl Physiol **32**(4): 456-9.
- Whitham, M. and J. McKinney (2007). "Effect of a carbohydrate mouthwash on running time-trial performance." J Sports Sci **25**(12): 1385-92.
- Wong, S. H., C. Williams, et al. (1998). "Influence of fluid intake pattern on short-term recovery from prolonged, submaximal running and subsequent exercise capacity." J Sports Sci **16**(2): 143-52.
- Andersson, B., C.C. Gale, and J.W. Sundsten. 1964 Preoptic influences on water intake. Pp. 361-379 in Thirst, M.J. Wayner, ed. Proceedings of the First International

Symposium on Thirst in the Regulation of Body Water Held at the Florida State University in Tallahassee, May 1963. Macmillan Company, New York