



ΤΜΗΜΑ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ ΔΙΑΙΤΟΛΟΓΙΑΣ & ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ (ΤΜΣ)

Κατεύθυνση: Διατροφή και Άσκηση

**ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΥΔΑΤΩΣΗΣ ΣΕ ΝΕΑΡΟΥΣ
ΑΘΛΗΤΕΣ**

**ΝΙΚΟΛΑΟΥ Ε. ΕΛΕΝΗ
ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ**



**ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ
ΚΑΒΟΥΡΑΣ Α. ΣΤΑΥΡΟΣ**

ΑΘΗΝΑ 2008

**ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΥΔΑΤΩΣΗΣ ΣΕ ΝΕΑΡΟΥΣ
ΑΘΛΗΤΕΣ**

**ΝΙΚΟΛΑΟΥ Ε. ΕΛΕΝΗ
ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ**

**ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ
ΚΑΒΟΥΡΑΣ Α. ΣΤΑΥΡΟΣ**

**ΕΞΕΤΑΣΤΕΣ ΚΑΘΗΓΗΤΕΣ
ΣΥΝΤΩΣΗΣ ΛΑΜΠΡΟΣ
ΠΑΝΑΓΙΩΤΑΚΟΣ ΔΗΜΟΣΘΕΝΗΣ**

**ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΑΘΗΝΑ 2008**

© 2008

Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο

Τμήμα Εφαρμοσμένης Διαιτολογίας & Διατροφής (ΤΜΣ)

Αθήνα

Στους γονείς μου

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Σταύρο Κάβουρα για την καθοδήγηση, την παροχή πληροφοριών και την άψογη συνεργασία κατά τη διάρκεια της εκπόνησης της πτυχιακής μελέτης.

Τέλος, να ευχαριστήσω τα παιδιά που συμμετείχαν ως εθελοντές στην έρευνα, τον κ. Κάβουρα, τον κ. Συντώση, τη Χριστίνα και τη Ρίτα που μου έδωσαν τη δυνατότητα να ζήσω αυτή την εμπειρία, που τελικά έγινε μια γλυκιά ανάμνηση.

Περιεχόμενα

A. Περίληψη.....	8
B. Εισαγωγή.....	9
1. Συνολικό Σωματικό Νερό (TBW)-Ισορροπία υγρών (ECF, ICF)	9
2. Ισορροπία σωματικού νερού	15
2.1. Απώλειες υγρών	16
2.2. Πρόσληψη υγρών	18
3. Ανάγκες σε υγρά	21
3.1. Ανάγκες σε υγρά και παράγοντες που τις επηρεάζουν	30
3.2. Ανάγκες σε υγρά και φυσική δραστηριότητα	34
4. Υδάτωση.....	38
5. Επιδράσεις υδάτωσης και φυσική δραστηριότητα.....	39
5.1. Φυσιολογία και απόδοση	39
5.2. Υγεία και απόδοση	42
6. Αφυδάτωση	46
6.1. Συμπτώματα αφυδάτωσης.....	46
6.2. Φυσιολογία-Νεφρική ρύθμιση ύδατος	52
6.3. Θερμορύθμιση.....	53
7. Αναπλήρωση υγρών και Άσκηση	57
7.1. Πριν την άσκηση	58
7.2. Κατά τη διάρκεια της άσκησης	59
7.3. Μετά την άσκηση.....	62
8. Μέθοδοι εκτίμησης υδάτωσης	65
8.1. Συνολικό σωματικό νερό (Total Body Water, TBW)	65
8.2. Αλλαγές στο Σωματικό Βάρος (ΔΣΒ).....	67
8.3. Αιματολογικοί δείκτες.....	68
8.4. Δείκτες σχετικοί με τα ούρα.....	71
8.5. Άλλες μέθοδοι	75
8.6. Συνολική αξιολόγηση.....	75
9. Σκοπός.....	80
Γ. Μεθοδολογία	81
Δ. Αποτελέσματα	84
Ε. Συζήτηση	95
Ζ. Βιβλιογραφία	100

Η. Παράρτημα 1	117
Θ. Παράρτημα 2	118

A. Περίληψη

Η ωσμοτικότητα και το ειδικό βάρος ούρων θεωρούνται έγκυροι δείκτες για την εκτίμηση των επιπέδων υδάτωσης σε υγιή άτομα. **Σκοπός:** Να αξιολογηθεί αν το χρώμα των ούρων μπορεί να χρησιμοποιηθεί αντί της ωσμοτικότητας και του ειδικού βάρους ούρων για την εκτίμηση των επιπέδων υδάτωσης. **Μεθοδολογία:** Στην έρευνα συμμετείχαν 92 νεαροί αθλητές της πετοσφαίρισης (49 κορίτσια και 15 αγόρια) και της καλαθοσφαίρισης (28 αγόρια), ηλικίας $13,8 \pm 4,2$ ετών, σωματικού βάρους $54,9 \pm 13,7$ kg και ύψους $164 \pm 13,9$ cm. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν την προτελευταία ημέρα ενός προπονητικού κάμπ στο Λουτράκι Κορινθίας. Για την εκτίμηση των επιπέδων υδάτωσης πραγματοποιήθηκε συλλογή των πρώτων πρωινών ούρων (ωσμοτικότητα, ειδικό βάρος, χρώμα). Το ίδιο πρωινό ελήφθησαν ερωτηματολόγια σχετικά με την αίσθηση της δίψας και τις συνήθειες υδάτωσης κατά την άσκηση. Επιπλέον, την προτελευταία ημέρα του καμπ ελήφθησαν ερωτηματολόγια: για την ύπαρξη ενοχλήσεων μετά την άσκηση και σχετικά με την υδάτωση στο προπονητικό κάμπ. **Αποτελέσματα:** Το χρώμα των ούρων σχετίστηκε στατιστικά σημαντικά με την ωσμοτικότητα ($r=0,66$, $p=0,000$) και το ειδικό βάρος ούρων ($r=0,72$, $p=0,000$). Η μεταβλητή Ucol_3 σχετίστηκε στατιστικά σημαντικά με τις μεταβλητές: USG_1.020 ($x^2=23,55$, $p=0,000$), USG_1.030 ($x^2=7,09$, $p=0,008$) και Uosm_700 ($x^2=26,35$, $p=0,000$). Η ευαισθησία και η ειδικότητα του Ucol_3 σε σύγκριση με την Uosm_700 και το USG_1.020 είναι 100% και 37,5%; 100% και 34,6%, αντιστοίχως. Η ωσμοτικότητα και το ειδικό βάρος ούρων σχετίστηκαν στατιστικά σημαντικά με το σύμπτωμα: είχα πρόβλημα συγκέντρωσης ($F=3,17$, $p=0,029$; $F=3,19$, $p=0,028$, αντιστοίχως) και με την ερώτηση (Πιστεύεις πως έκανες καλή δουλειά σχετικά με την υδάτωση σου κατά τη διάρκεια του προπονητικού κάμπ;) ($F=3,15$, $p=0,029$; $F=2,97$, $p=0,037$, αντιστοίχως). Η αίσθηση της δίψας δεν σχετίστηκε στατιστικά σημαντικά με την ωσμοτικότητα ($r=-0,13$, $p=0,23$), το ειδικό βάρος ($r=-0,12$, $p=0,26$) και το χρώμα των ούρων ($r=-0,05$, $p=0,66$) και με καμία ερώτηση των ερωτηματολογίων. **Συμπεράσματα:** Το χρώμα των ούρων μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εκτίμηση των επιπέδων υδάτωσης σε αθλητικές εγκαταστάσεις αντί της ωσμοτικότητας και του ειδικού βάρους ούρων, αλλά δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε εργαστηριακές εγκαταστάσεις που απαιτούν υψηλή ακρίβεια. Το ίδιο ισχύει για τη μεταβλητή Ucol_3 αντί των μεταβλητών USG_1.020 και Uosm_700 για τη διάκριση ευ-υδάτωσης και αφυδάτωσης. Η ωσμοτικότητα και το ειδικό βάρος ούρων αντανakλούν την πιθανότητα εμφάνισης προβλήματος συγκέντρωσης, ενώ το χρώμα των ούρων όχι. Τέλος, η αίσθηση της δίψας δεν είναι ικανή να αξιολογήσει την ύπαρξη ευ-υδάτωσης ή αφυδάτωσης, όπως οι δείκτες των ούρων.

Λέξεις κλειδιά: ωσμοτικότητα ούρων, ειδικό βάρος ούρων, χρώμα ούρων, επίπεδα υδάτωσης, νεαροί αθλητές

B. Εισαγωγή

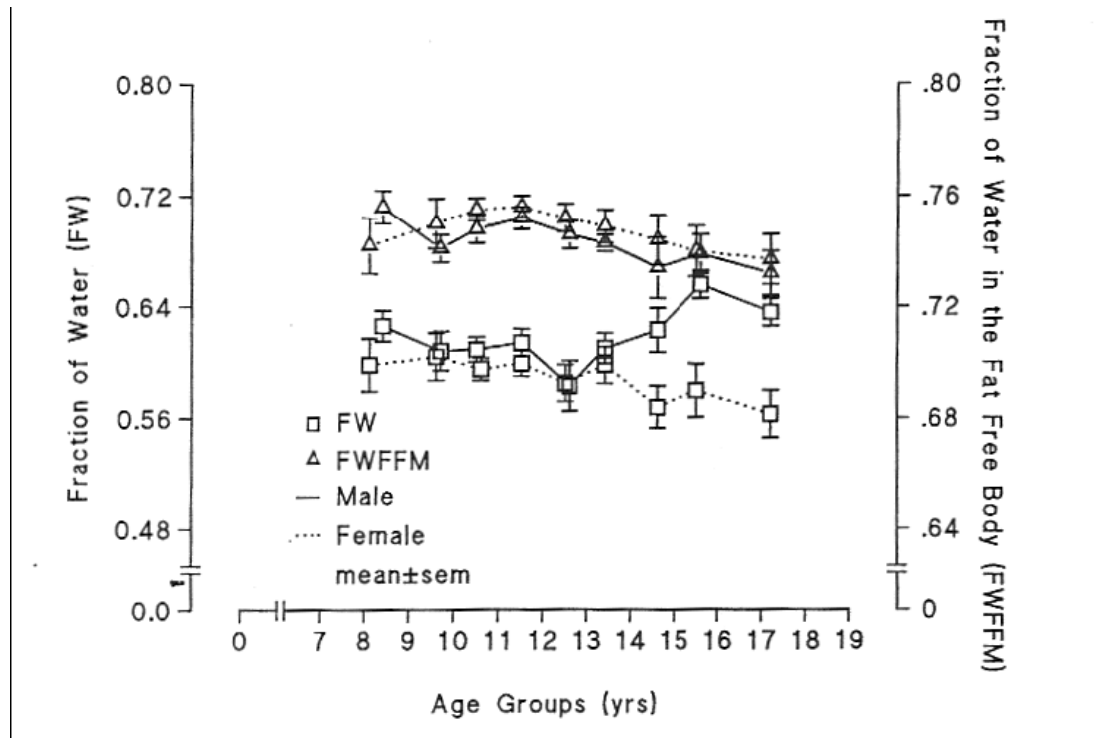
1 Συνολικό Σωματικό Νερό (TBW)-Ισορροπία υγρών (ECF, ICF)

Το νερό είναι το πιο άφθονο συστατικό του σώματος με μοναδικά φυσικοχημικά χαρακτηριστικά (Manz and Wentz, 2003; Sawka et al, 2005).

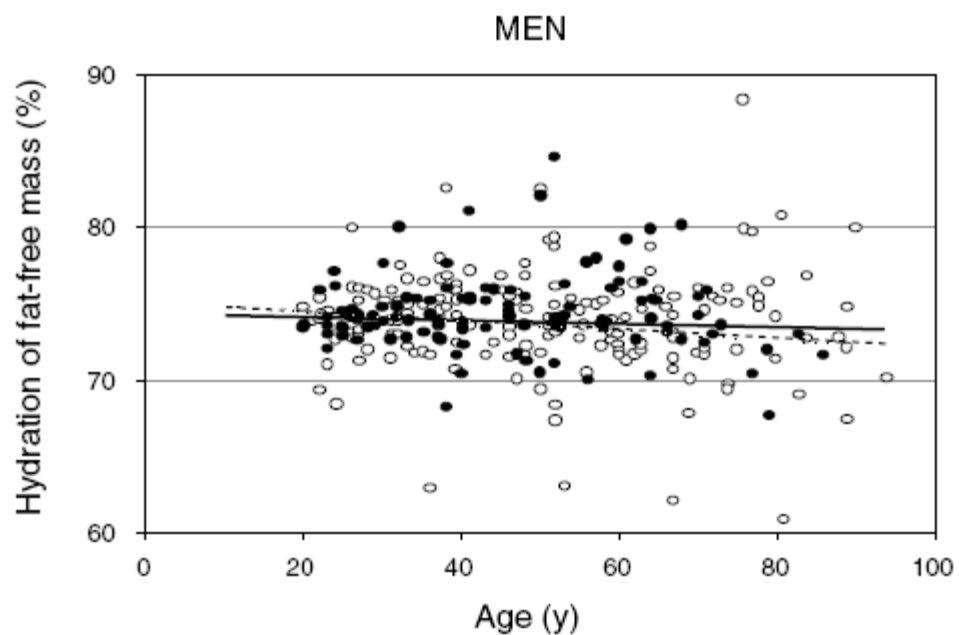
Το συνολικό σωματικό νερό (TBW, Total Body Water) περιλαμβάνει το εξωκυττάριο (ECF, Extracellular Fluid) και το ενδοκυττάριο υγρό (Intracellular Fluid) και αποτελεί περίπου το 60% (0,6 L/kg) του σωματικού βάρους, με ένα εύρος που κυμαίνεται μεταξύ 45-75% (Armstrong, 2005; Kavouras, 2002; Opplinger and Bartok, 2002; Sawka et al, 2005). Η μεταβλητότητα στο συνολικό σωματικό νερό οφείλεται κυρίως στις διαφορές στη σύσταση σώματος. Το συνολικό σωματικό νερό συνήθως υπολογίζεται μέσω του όγκου διανομής ενός κατάλληλου δείκτη (π.χ αντιπυρίνη, οξείδιο του δευτέρου, οξείδιο του τρίτιου) (IOM, 2004).

Το σωματικό νερό ως ποσοστό της άλιπης μάζας σώματος (FFM, Fat Free Mass) είναι μεγαλύτερο στα βρέφη και μειώνεται στα μεγαλύτερα παιδιά (Fomon, 1967; Van Loan and Boileau, 1996). Υψηλό σωματικό νερό παρατηρείται στα νεογνά, των οποίων η σύσταση της άλιπης μάζας σώματος σε σωματικό νερό υπερβαίνει το 75% (Fomon, 1967). Τα βρέφη έχουν σχετικώς υψηλότερη σύσταση νερού στο εξωκυττάριο χώρο και χαμηλότερη στο ενδοκυττάριο χώρο, σε σύγκριση με τα μεγαλύτερα παιδιά. Στη γραφική παράσταση 1 παρουσιάζεται το συνολικό σωματικό νερό ως ποσοστό της άλιπης μάζας σώματος και της μάζας σώματος σε παιδιά κατά τη διάρκεια των νεανικών χρόνων (Van Loan and Boileau, 1996). Το συνολικό σωματικό νερό ως ποσοστό της άλιπης μάζας σώματος μειώνεται κατά τη διάρκεια της παιδικής ηλικίας, μολονότι είναι πιο βραδεία η μείωση από ότι στη βρεφική ηλικία.

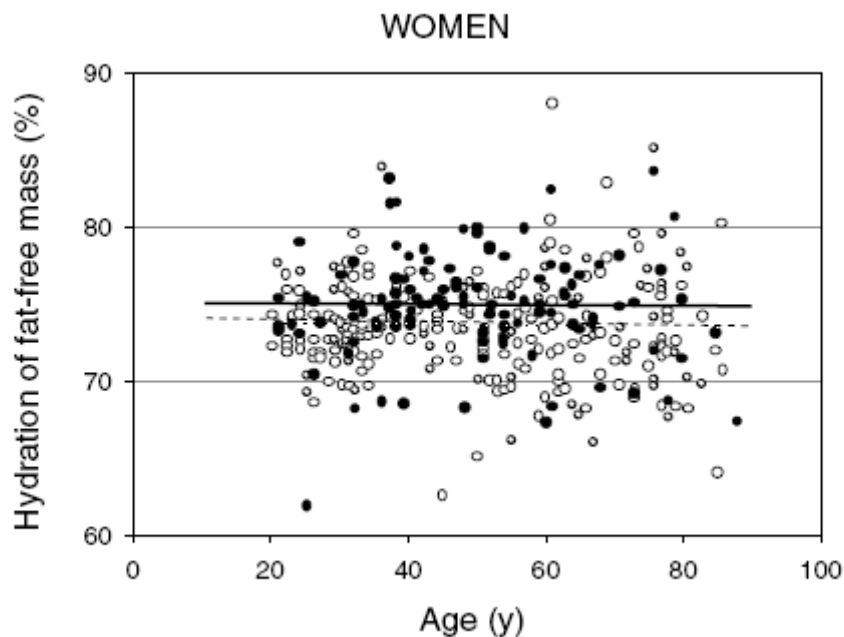
Για τους ενήλικες, η άλιπη μάζα σώματος αποτελείται από 70-75% νερό και ο λιπώδης ιστός αποτελείται από 10-40% νερό (Sawka et al, 2005). Στις γραφικές παραστάσεις 2 και 3 παρουσιάζεται το ποσοστό του νερού στην άλιπη μάζα σώματος, που μετρήθηκε με απορροφησιομετρία διπλής ενέργειας ακτινών-X, σε σχέση με την ηλικία για άνδρες και γυναίκες, αντιστοίχως. Αξίζει να σημειωθεί ότι ατομική μεταβλητότητα παρατηρείται στην υδάτωση της άλιπης μάζας σώματος και ότι οι τιμές για την υδάτωση της άλιπης μάζας σώματος παραμένουν σχετικά σταθερές με την αύξηση της ηλικίας. Επιπλέον, ούτε η εθνικότητα, ούτε το φύλο επηρεάζουν τη σύσταση της άλιπης μάζας σώματος σε νερό (Visser and Gallagher, 1998). Επίσης, κάποιοι ερευνητές υποστηρίζουν ότι η ηλικία και το φύλο δεν αλλάζουν σημαντικά την υδάτωση της άλιπης μάζας σώματος στους ενήλικες (Baumgartner et al, 1995; Goran et al, 1994; Mazariegos et al, 1994).



Γραφική παράσταση 1. Το συνολικό σωματικό νερό ως κλάσμα της μάζας σώματος (FW) και ως κλάσμα της άλιπης μάζας σώματος (FWFFM). Πηγή: Van Loan and Boileau, 1996.



Γραφική παράσταση 2. Υδάτωση της άλιπης μάζας σώματος σε σχέση με την ηλικία 95 Αφρικο-Αμερικανών (μαύροι κύκλοι) και 204 λευκών (άσπροι κύκλοι) ανδρών. Πηγή: Visser and Gallagher, 1998.



Γραφική παράσταση 3. Υδάτωση της άλιπης μάζας σώματος σε σχέση με την ηλικία 99 Αφρικο-Αμερικανών (μαύροι κύκλοι) και 270 λευκών (άσπροι κύκλοι) γυναικών. Πηγή: Visser and Gallagher, 1998.

Στον πίνακα 1 παρουσιάζονται οι τιμές του συνολικού σωματικού νερού για διαφορετικές ομάδες ηλικίας και φύλου βασισμένες στις μεθόδους αραίωσης δείκτη (Altman, 1961).

Πίνακας 1. Συνολικό σωματικό νερό (TBW) ως ποσοστό του συνολικού σωματικού βάρους σε διάφορες ομάδες ηλικίας και φύλου	
Στάδιο ζωής	Συνολικό σωματικό νερό ως ποσοστό του συνολικού βάρους σώματος, μέση τιμή (εύρος)
0-6 μηνών	74 (64-84)
6 μηνών-1 χρόνου	60 (57-64)
1-12 χρονών	60 (49-75)
Άνδρες 12-18 χρονών	59 (52-66)
Γυναίκες 12-18 χρονών	56 (49-63)
Άνδρες 19-50 χρονών	59 (43-73)
Γυναίκες 19-50 χρονών	50 (41-60)
Άνδρες 51+ χρονών	56 (47-67)
Γυναίκες 51+ χρονών	47 (39-57)
Πηγή: Altman, 1961	

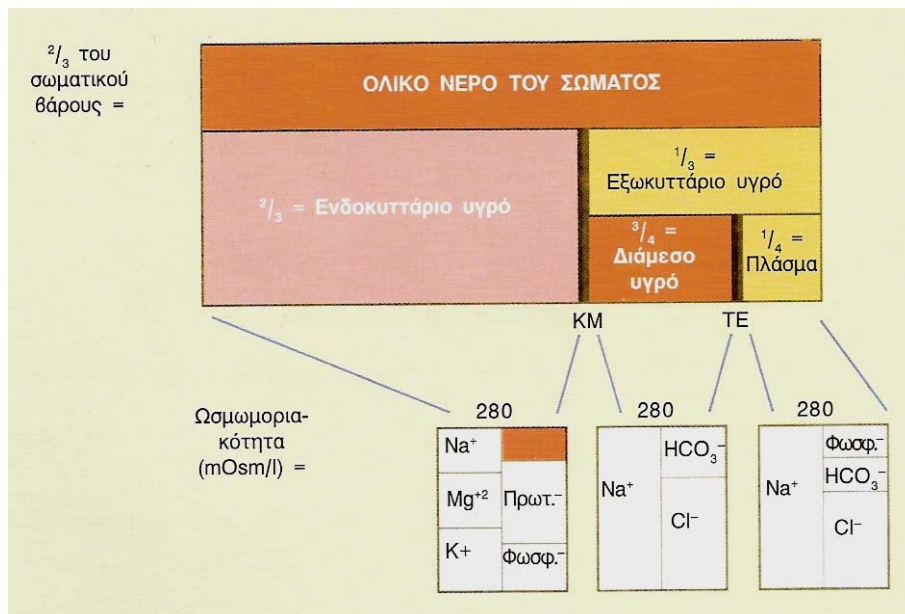
Οι γυναίκες και τα μεγαλύτερα άτομα έχουν μειωμένο συνολικό σωματικό νερό κυρίως λόγω του ότι έχουν λιγότερη άλιπη μάζα σώματος και αυξημένο σωματικό λίπος. Οι διαφορές φύλου στο συνολικό σωματικό νερό δεν παρατηρούνται έως την ηλικία των 12 χρόνων, δηλαδή μέχρι την ηλικία που τα αγόρια ξεκινούν να αυξάνουν την άλιπη μάζα σώματος με ρυθμό γρηγορότερο από ότι τα κορίτσια (Novak, 1989).

Οι αθλητές έχουν σχετικώς υψηλότερες τιμές συνολικού σωματικού νερού, λόγω του ότι έχουν περισσότερη άλιπη μάζα σώματος, χαμηλό σωματικό λίπος και υψηλά επίπεδα σκελετικού μυϊκού γλυκογόνου. Τα υψηλά επίπεδα σκελετικού μυϊκού γλυκογόνου αυξάνουν τη σύσταση σε νερό της άλιπης μάζας σώματος, που οφείλεται στην ωσμωτικότητα των μορίων γλυκογόνου εντός του μυϊκού σαρκοπλάσματος (Neufer et al, 1991).

Το σωματικό νερό διανέμεται μεταξύ του ενδοκυττάριου και εξωκυττάριου υγρού, τα οποία περιλαμβάνουν το 65% ($2/3$, 0,4 L/kg) και το 35% ($1/3$, 0,2 L/kg) του συνολικού σωματικού νερού, αντιστοίχως. Το εξωκυττάριο υγρό διαιρείται επιπλέον στο διάμεσο χώρο (75% του εξωκυττάριου υγρού, 0,15 L/kg) και το πλάσμα (25% του εξωκυττάριου υγρού, 0,05 L/kg) (IOM, 2004; Armstrong, 2005; Kavouras, 2002). Το πλάσμα είναι η υγρή αναλογία του αίματος και αποτελεί το περίπου 5% της μάζας σώματος, ενώ ο διάμεσος χώρος είναι το υγρό που τοποθετείται στους χώρους μεταξύ των κυττάρων του ιστού με χημική σύνθεση όμοια με αυτή της λέμφου, συνήθως υπολογίζεται ως εξωκυττάριο υγρό - όγκος πλάσματος και αποτελεί το περίπου 21% της μάζας σώματος (Armstrong, 2005).

Ένας άνδρας μέσου βάρους 70 kg έχει περίπου 42 L συνολικό σωματικό νερό, 28 L ενδοκυττάριο υγρό και 14 L εξωκυττάριο υγρό, με το εξωκυττάριο υγρό να περιλαμβάνει περίπου 3 L πλάσμα και 11 L διάμεσο χώρο. Αυτοί δεν είναι στατικοί όγκοι, αλλά αντιπροσωπεύουν τα καθαρά αποτελέσματα της ανταλλαγής υγρού με τη μεταβλητότητα του ρυθμού αλλαγής μεταξύ των διαμερισμάτων (Guyton and Hall, 2000; Sawka et al, 2005). Ο Adolph πραγματοποιώντας έρευνες ισορροπίας υγρών συμπέρανε ότι το ημερήσιο σωματικό νερό ποικίλει μόλις μεταξύ 0,22% και 0,48% σε εύκρατο και μετρίως θερμό περιβάλλον, αντιστοίχως (Adolph, 1938, 1943). Περιστάσεις όπως η άσκηση, η έκθεση στη ζέστη, ο πυρετός, η διάρροια, το τραύμα και το κάψιμο του δέρματος θα τροποποιήσουν πολύ τους καθαρούς όγκους και το ρυθμό αλλαγής του νερού μεταξύ αυτών των διαμερισμάτων (Guyton and Hall, 2000).

Στην εικόνα 1 φαίνεται σχηματικά ο διαχωρισμός του συνολικού σωματικού νερού στα διάφορα διαμερίσματα του και η σύνθεση αυτών.



Εικόνα 1: Τα διαμερίσματα διαχωρίζονται ανατομικά από την κυτταρική μεμβράνη (ΚΜ) και το τριχοειδικό ενδοθήλιο (ΤΕ). Η ωσμωτικότητα των διαμερισμάτων είναι ισοδύναμη παρά τις μεγάλες διαφορές της σύνθεσης των κατιόντων και των ανιόντων τους. Πηγή: Cecil Βασική Παθολογία, 2000.

Η ανταλλαγή νερού μεταξύ ενδοκυττάριου και εξωκυττάριου όγκου εξαρτάται από την ωσμωτική κλίση. Το νερό περνά διαμέσου των μεμβρανών από περιοχές χαμηλής σε περιοχές υψηλής ωσμωτικότητας, προσπαθώντας να εξισώσει τις διαφορές στην ωσμωτικότητα κατά μήκος της μεμβράνης. Το νερό διαχέεται κατά μήκος των κυτταρικών μεμβρανών για να εξισώσει τις ωσμωτικότητες των εξωκυττάριων και ενδοκυττάριων υγρών. Παρά το ότι τα δύο διαμερίσματα περιλαμβάνουν διαφορετικές συγκεντρώσεις ατόμων, η συνολική ισορροπία συγκέντρωσης κατιόντων και ανιόντων είναι ίδια και στο ενδοκυττάριο (K^+ , Mg^+ , πρωτεΐνες) και στο εξωκυττάριο υγρό (Na^+ , Cl^- , δικαρβονικό), όπως περιγράφεται από την ισορροπία Gibbs-Donnan. Οι αξιοσημείωτες διαφορές στις συγκεντρώσεις νατρίου και καλίου μεταξύ ενδοκυττάριου και εξωκυττάριου υγρού διατηρούνται μέσω των δραστικών αντλιών μεταφοράς ιόντων εντός των κυτταρικών μεμβρανών (IOM, 2004).

Η ανταλλαγή νερού μεταξύ των ενδοαγγειακών και διάμεσων χώρων πραγματοποιείται στα τριχοειδή. Τα τριχοειδή διαφορετικών ιστών έχουν ποικίλες ανατομικές δομές και ως εκ τούτου διαφορετική διαπερατότητα στο νερό και στα διαλύματα. Οι τριχοειδείς δυνάμεις που προσδιορίζουν εάν καθαρή διήθηση (π.χ νερό να απομακρύνεται από τον αγγειακό χώρο) ή καθαρή απορρόφηση (π.χ νερό να εισέρχεται στον αγγειακό χώρο) θα επιτευχθεί, είναι υδροστατικές και ογκοτικές πιέσεις. Η ογκοτική πίεση είναι η πίεση που αποδίδεται στις διαφορές στη συγκέντρωση πρωτεΐνης ορού (π.χ επίπεδα αλβουμίνης ορού) κατά μήκος της τριχοειδούς μεμβράνης. Γενικώς, η διήθηση επιτυγχάνεται στο αρτηριακό άκρο του τριχοειδούς, ενώ η απορρόφηση επιτυγχάνεται στο φλεβικό άκρο του τριχοειδούς (IOM, 2004).

Η κακή θρέψη προάγει τη διαστολή του εξωκυττάριου υγρού και τη συστολή του ενδοκυττάριου υγρού. Ο πίνακας 2 περιλαμβάνει τις αλλαγές στα μέρη του υγρού κατά τη διάρκεια ήπιας, μέτριας ή σοβαρής κακής θρέψης σε αγρότες της Κολομβίας. Επιπλέον, δείχνει ότι όσο πιο σοβαρή είναι η κακή θρέψη τόσο μεγαλύτερη είναι η διαστολή του εξωκυττάριου υγρού και η συρρίκνωση του ενδοκυττάριου υγρού (Ritz et al, 2003).

Πίνακας 2. Αλλαγές στα μέρη του υγρού ανάλογα με την κατάσταση θρέψης			
Βαθμός κακής θρέψης	Ήπια	Μέτρια	Σοβαρή
Δείκτης μάζας σώματος (kg/m^2)	21,4	19,7	17,7
Εξωκυττάριο υγρό (kg)	17,2	14,4	12,1
Ενδοκυττάριο υγρό/ συνολικό σωματικό νερό (%)	45,4	49,2	54,3
Ritz et al, 2003			

2 Ισορροπία σωματικού νερού

Η ισορροπία σωματικού νερού εξαρτάται από την καθαρή διαφορά μεταξύ του κέρδους νερού και την απώλεια νερού. Το κέρδος νερού επιτυγχάνεται με την πρόσληψη-κατανάλωση (υγρά και φαγητό) και παραγωγή (μεταβολικό νερό), ενώ οι απώλειες νερού επέρχονται από το αναπνευστικό σύστημα, το δέρμα, τη νεφρική και τη γαστρεντερική περιοχή (Bossingham, 2005). Το νερό φυσιολογικά προσλαμβάνεται από το στόμα μέσω υγρών και φαγητού, και αυτό το μείγμα πέπτεται και απορροφάται εντός της γαστρεντερικής περιοχής. Εν τούτοις, η πρόσληψη νερού μπορεί να εκτιμηθεί από μετρημένους όγκους υγρών και πίνακες σύνθεσης τροφίμων. Οι απώλειες νερού μπορούν να εκτιμηθούν από μία ποικιλία φυσιολογικών και βιοφυσικών μετρήσεων και υπολογισμών. Αναλόγως την ηλικία του ατόμου, την υγεία, τη διαίτα, το επίπεδο φυσικής δραστηριότητας και την έκθεση στο περιβάλλον, διαφορετικές φυσιολογικές και βιοφυσικές μέθοδοι μπορούν να χρησιμοποιούνται για να ποσοτικοποιηθούν τα μέρη της ισορροπίας νερού (IOM, 2004).

Στον παρακάτω πίνακα 3 αναφέρονται συνολικά οι απώλειες και η παραγωγή νερού (Sawka et al, 2005).

Πίνακας 3. Ημερήσιες απώλειες και παραγωγή νερού			
		Απώλεια	Παραγωγή
Αναφορά	Πηγή	mL/day	
Hoyt and Honing, 1996	Αναπνευστική απώλεια	-250 με -350	
Adolph, 1947b	Ούρα	-500 με -1000	
Newburgh et al, 1930	Κόπρανα	-100 με -200	
Kuno, 1956	Μη αισθητή απώλεια	-450 με -1900	
Hoyt and Honing, 1996	Μεταβολική παραγωγή	+250 με +350*	
Burke, 1997	Σύνολο	-1350 με -3450	
	Καθαρή απώλεια	-1050 με -3100	
	(καθιστική ζωή)		
	Απώλειες ιδρώτα σε διάφορα αθλήματα	-455 με -3630	
	Καθαρή απώλεια	-1550 με -6730	
	(αθλητές)		
Πηγή: Sawka et al, 2005			

* Η μεταβολική παραγωγή βασίστηκε σε 2500-3000 kcal ημερήσιας ενεργειακής δαπάνης.

Η δίψα και ορμονικοί μηχανισμοί είναι υπεύθυνοι για τη διατήρηση του σωματικού νερού εντός ενός στενού εύρους. Η αντιδιουρητική ορμόνη είναι υπεύθυνη για τον έλεγχο της ισορροπίας νερού σε καθημερινή βάση (Naitoh and Burrell, 1998; Stout et al, 1999).

Μία καθαρή απώλεια υγρών θα αυξήσει την ωσμωτικότητα πλάσματος και μία απώλεια της τάξεως του 2% θα επηρεάσει αρνητικά την απόδοση της άσκησης. Ενώ ένα έλλειμμα νερού της τάξεως του 20% μπορεί να αποτελέσει απειλή για τη ζωή (Bossingham, 2005).

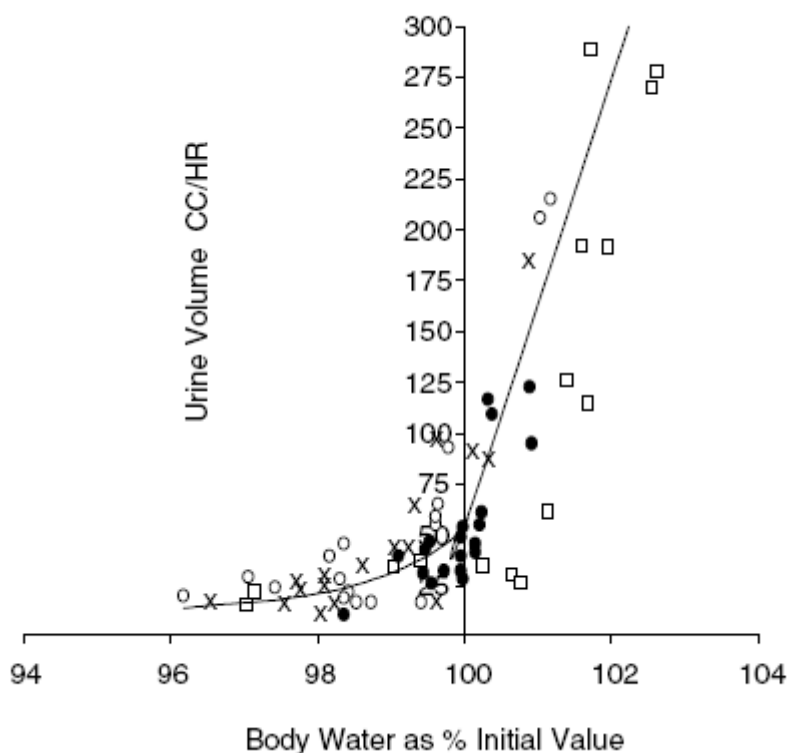
2.1 Απώλειες υγρών

Οι δίοδοι απώλειας υγρών από το σώμα είναι το ουροποιητικό σύστημα μέσω των νεφρών (1400 mL), το αναπνευστικό σύστημα μέσω των πνευμόνων και της αναπνευστικής περιοχής (400 mL), μέσω του δέρματος (500 mL), ακόμη και αν δεν είναι ορατή η εφίδρωση και το γαστρεντερικό σύστημα μέσω των κοπράνων (200 mL) ή του εμετού (Maughan, 2003; Shirreffs, 2003).

Η συνολική ημερήσια απώλεια νερού είναι περίπου 2500 mL, αλλά αυτό μεταβάλλεται πολύ μεταξύ των ατόμων και εξαρτάται από τις περιβαλλοντικές συνθήκες. Όταν ο αέρας είναι ξηρός, η απώλεια νερού από το δέρμα και τους πνεύμονες είναι αυξημένη λόγω της αυξημένης πίεσης ατμών νερού, και περισσότερο νερό χάνεται από αυτές τις διόδους σε θερμό κλίμα (Maughan, 2003). Όπως αναφέρθηκε, το ποσό απώλειας νερού από το αναπνευστικό σύστημα μέσω των πνευμόνων, εξαρτάται από την πίεση ατμών νερού αλλά και από τον αναπνευστικό όγκο. Ο αναπνευστικός όγκος αυξάνεται με τη φυσική δραστηριότητα, την υποξία και την υπερκαπνία, όπου η πίεση ατμών νερού τροποποιείται από τη θερμοκρασία, την υγρασία και την βαρομετρική πίεση. Η φυσική δραστηριότητα έχει μεγαλύτερη επίδραση στην απώλεια νερού από το αναπνευστικό σύστημα και από τους περιβαλλοντικούς παράγοντες. Η ημερήσια αναπνευστική απώλεια για τα άτομα που ακολουθούν καθιστική ζωή είναι περίπου 250-350 mL, αλλά μπορεί να αυξηθεί σε 500-600 mL για τα φυσικά δραστήρια άτομα που ζουν σε εύκρατο κλίμα στο επίπεδο της θάλασσας (Hoyt and Honing, 1996).

Το ποσό απώλειας νερού στα ούρα εξαρτάται πολύ από τον όγκο πρόσληψης υγρών και τις συνολικές απώλειες από άλλες διόδους. Επίσης, εξαρτάται από τη σύσταση της δίαιτας και μάλιστα η υψηλή πρόσληψη αλατιού (χλωριούχο νάτριο) ή πρωτεΐνης θα αυξήσουν την ημερήσια απαίτηση σε υγρά λόγω της περιορισμένης ικανότητας των νεφρών να συμπυκνώνουν τα ούρα. Εάν η πρόσληψη νερού περιοριστεί, οι νεφροί θα διαφυλάξουν το νερό παράγοντας συμπυκνωμένα ούρα: η ικανότητα συμπύκνωσης ποικίλλει μεταξύ των ατόμων, αλλά η μέγιστη ωσμωτικότητα των ούρων είναι τυπικώς περίπου 900-1200 mOsmol/kg (Maughan, 2003). Το σώμα δεν μπορεί να αποθηκεύει επιπλέον νερό, με αποτέλεσμα οι νεφροί να απαλλάσσονται από οποιοδήποτε επιπλέον νερό παράγοντας ένα μεγάλο όγκο αραιωμένων ούρων (Engell and Hirsch

1991). Η απώλεια ούρων μεταβάλλεται αντιστρόφως με τα επίπεδα υδάτωσης του σώματος. Η γραφική παράσταση 4 απεικονίζει τη συσχέτιση μεταξύ της απώλειας ούρων και των επιπέδων υδάτωσης του σώματος, η οποία είναι υπερβολή: το ένα ασυμπτωτικό σημείο ανεβαίνει απότομα με την υπερ-υδάτωση, ενώ τα άλλα μειώνονται βαθμιαίως με την αφυδάτωση (IOM, 2004).



Γραφική παράσταση 4. Συσχέτιση μεταξύ της απώλειας ούρων και των επιπέδων υδάτωσης του σώματος. Πηγή: IOM, 2004.

Η φυσική δραστηριότητα και το κλίμα επηρεάζουν την απώλεια ούρων. Η άσκηση και το θερμικό στρες θα μειώσουν την παραγωγή ούρων κατά 20-60% (Convertino, 1991; Mittleman, 1996; Zambraski, 1996), ενώ το κρύο και η υποξία θα αυξήσουν την απώλεια (Freund and Young, 1996; Hoyt and Honing, 1996).

Η απώλεια νερού διαμέσου του δέρματος επιτυγχάνεται μέσω της μη ορατής διάχυσης και του εκκρινόμενου ιδρώτα. Κατά τη διάρκεια θερμικού στρες οι εκκρινείς ιδρωτοποιοί αδένες εκκρίνουν ιδρώτα στην επιφάνεια του δέρματος, ο οποίος δροσίζει το σώμα όταν νερό εξατμίζεται από τον ιδρώτα. Σε θερμό κλίμα η εξάτμιση του ιδρώτα προάγει την πρωταρχική οδό απώλειας θερμότητας, για να υπερασπίσει τη θερμοκρασία πυρήνα σώματος. Οι ημερήσιες απώλειες ιδρώτα εκτιμώνται μέσω της απαιτούμενης απώλειας θερμότητας, μέσω εξάτμισης, οι οποίες εξαρτώνται από το επίπεδο φυσικής δραστηριότητας (μεταβολικό ρυθμό) και το περιβάλλον. Οι περιβαλλοντικοί παράγοντες που τροποποιούν τις απώλειες ιδρώτα

περιλαμβάνουν το ρουχισμό, τη θερμοκρασία, την υγρασία, την κίνηση του αέρα και το ηλιακό φορτίο (IOM, 2004).

Η ημερήσια πρόσληψη υγρών ενός άνδρα είναι συνήθως περισσότερη από την αντιλαμβανόμενη ανάγκη και η ισορροπία νερού διατηρείται από την παραγωγή ούρων (Engell and Hirsch 1991). Η απώλεια σωματικού νερού στους άνδρες είναι αποτέλεσμα απώλειας υγρών από τα διαμερίσματα του εξωκυττάριου και ενδοκυττάριου υγρού (Shirreffs et al, 2000b). Οι απώλειες υγρών μπορεί να προκαλέσουν διαφορετικά αποτελέσματα στα διαμερίσματα του σωματικού νερού, που εξαρτώνται από τον τύπο της απώλειας νερού που θα επιτευχθεί. Η υποτονική απώλεια νερού, όπως μπορεί να επιτευχθεί με τον ιδρώτα, έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση της τονικότητας των υγρών σώματος, ενώ η ισοτονική απώλεια προκαλεί μία καθαρή απώλεια, αλλά όχι αύξηση ή μείωση στην τονικότητα των υγρών του σώματος. Η υπερτονική απώλεια υγρών, όπως μπορεί να επιτευχθεί με την παραγωγή ούρων, μπορεί να προκαλέσει μείωση στην τονικότητα των υγρών σώματος (Jennett, 2001; Lote, 2001).

2.2 Πρόσληψη υγρών

Οι άνθρωποι μπορούν να επιζήσουν για 50 ημέρες χωρίς φαγητό, αλλά για μόνο λίγες μέρες χωρίς πρόσληψη υγρών.

Η πρόσληψη υγρών είναι θεμελιώδης ανθρώπινη ανάγκη (Saltmarsh, 2001). Το νερό πρέπει να καταναλώνεται από τον άνθρωπο διότι η ποσότητα που χάνεται στο μεταβολισμό υπερβαίνει την ποσότητα που συντίθεται στο σώμα (Armstrong, 2005).

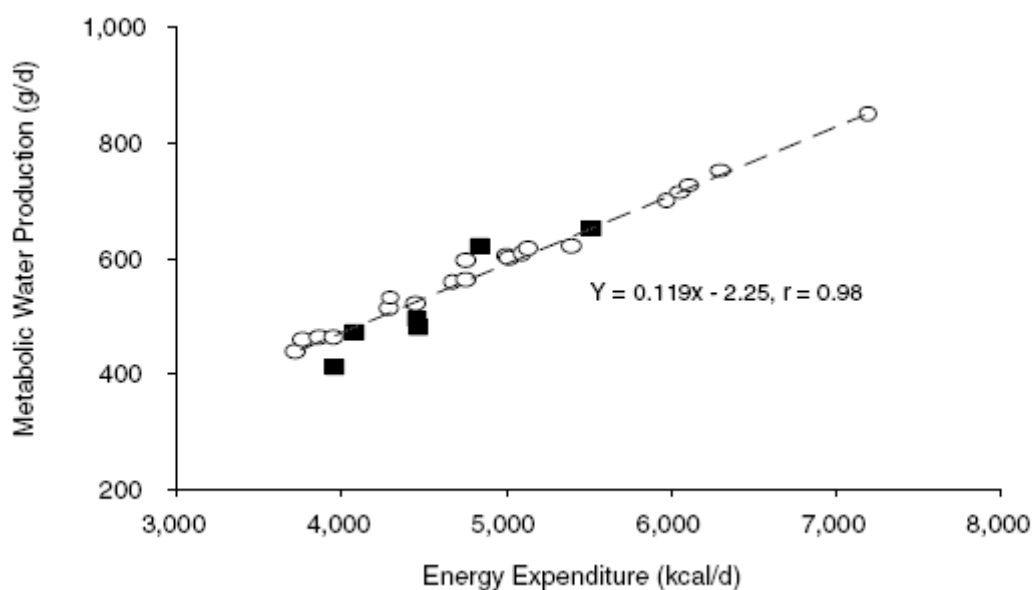
Η πρόσληψη υγρών παίζει σημαντικό ρόλο στην πέψη, στην απορρόφηση, στη μεταφορά και στο μεταβολισμό των θρεπτικών συστατικών (Altieri et al, 2003), στη ρύθμιση της θερμοκρασίας (Armstrong, 2007) και στην ιδανική ικανότητα αντίληψης, καθώς παίζει ζωτικό ρόλο στη νευρική αγωγιμότητα (Suhr et al, 2004). Το νερό αποτελεί το μέσο για την αποβολή των τοξινών και των άχρηστων προϊόντων και έχει θεμελιώδη ρόλο στις περισσότερες βιοχημικές αντιδράσεις και στην κατασκευή μακρομορίων. Διάφορες οικολογικές έρευνες συστήνουν το ρόλο του νερού ως μεταφορέα καρκινογόνων, ως αποτέλεσμα της χλωρίωσης ή της βιομηχανικής μόλυνσης (Altieri et al, 2003). Επίσης, η κατανάλωση νερού μπορεί να προμηθεύει βασικά μέταλλα, όπως ασβέστιο, μαγνήσιο και φθόριο (Popkin et al, 2006).

Για να εξισορροπήσει η πρόσληψη υγρών τις απώλειες, ενεργοποιείται η αίσθηση της δίψας, η οποία δραστηριοποιείται κυρίως από αυξήσεις της ωσμωτικότητας του πλάσματος, μειώσεις του όγκου πλάσματος, ή από μείωση της αρτηριακής πίεσης (Greenleaf, 1992; Naitoh and Burrell, 1998). Φυσιολογικώς, η αίσθηση της δίψας είναι μία ικανή διέγερση για επαρκή πρόσληψη υγρών και διατήρηση μιας φυσιολογικής ισορροπίας νερού από μέρα σε μέρα. Ενώ, κάτω από μία ποικιλία στρεσογόνων καταστάσεων, όπως οι αυξημένες κλιματικές

θερμοκρασίες, η φυσική δραστηριότητα και η αφυδάτωση του σώματος, η δίψα δεν αποτελεί ικανή διέγερση για πρόσληψη υγρών, όπου ο ρυθμός πρόσληψης υγρών καθυστερεί αξιοσημείωτα υπό του ρυθμού απώλειας υγρών σώματος. Αυτό οδηγεί σε μία παρατεταμένη περίοδο (π.χ μέχρι 24 ώρες) μειωμένου σωματικού νερού, που καλείται εκούσια αφυδάτωση (Greenleaf, 1992).

Οι δίοδοι κέρδους νερού μέσα στο σώμα είναι γαστρεντερικοί μέσω της διατροφής (στερεής και υγρής) και μέσω της μεταβολικής παραγωγής (μεταβολικό νερό) (Shirreffs, 2003; Saltmarsh, 2001).

Το μεταβολικό νερό παράγεται εντός του σώματος με ένα περισσότερο ή λιγότερο σταθερό ρυθμό ως αποτέλεσμα της διάσπασης των υδατανθράκων, των πρωτεϊνών και του λίπους στα φαγητά, παράγοντας διοξείδιο του άνθρακα και νερό με την απελευθέρωση θερμότητας. Περίπου 0,5 L νερό παράγεται με αυτό τον τρόπο κάθε μέρα και μεταβάλλεται λίγο από μέρα σε μέρα. Αντιθέτως, η πρόσληψη νερού από την κατανάλωση μπορεί να μεταβάλλεται από μέρα σε μέρα εντός ενός μεγάλου εύρους ορίων, από 0,5 L μέχρι περισσότερο από 1,5 L (Saltmarsh, 2001). Η οξείδωση των υδατανθράκων, των πρωτεϊνών και του λίπους παράγουν μεταβολικό νερό κατά προσέγγιση 15, 10,5 και 11 g/100 kcal μεταβολικής ενέργειας, αντιστοίχως. Ως εκ τούτου, η παραγωγή μεταβολικού νερού είναι ανάλογη της ενεργειακής δαπάνης με μικρή προσαρμογή για το οξειδωμένο υπόστρωμα (Lloyd et al, 1978). Στη γραφική παράσταση 5 παρουσιάζεται η παραγωγή μεταβολικού νερού σε σχέση με την ημερήσια ενεργειακή δαπάνη σε άτομα που ακολουθούν μεικτή δίαιτα (Hoyt and Honing, 1996).



Γραφική παράσταση 5. Η παραγωγή μεταβολικού νερού σε σχέση με την ημερήσια ενεργειακή δαπάνη. Πηγή: Hoyt and Honing, 1996.

Στην εθνική διατροφική καταγραφή των ΗΠΑ σε ενήλικες (1977-1978 Nationwide Food Consumption Survey) η συνολική πρόσληψη νερού ήταν κατά προσέγγιση 28% από το φαγητό, 28% από το πόσιμο νερό και 44% από άλλα ποτά (Ershow and Cantor, 1989). Τα δεδομένα διεθνούς έρευνας για ενήλικες διαφορετικά προτείνουν ότι κατά προσέγγιση το 20% του νερού προέρχεται από το φαγητό και το υπόλοιπο 80% προέρχεται από υγρά (U.S, NHANES III, 1988-1994).

Η πρόσληψη νερού λόγω στέρησης αυτού είναι ομοιοστατική (Greenleaf and Morimoto, 1996). Άλλοι παράγοντες (π.χ κοινωνικοί, ψυχολογικοί) που επηρεάζουν τη συμπεριφορά πρόσληψης νερού είναι μη ρυθμιζόμενοι (Rolls and Rolls, 1982). Η πρόσληψη υγρών στους υγιείς ενήλικες μπορεί να μεταβάλλεται αξιοσημείωτα σε εξάρτηση με το επίπεδο φυσικής δραστηριότητας, την έκθεση στο περιβάλλον, τη δίαιτα και τις κοινωνικές δραστηριότητες, ενώ για συγκεκριμένες συνθήκες η πρόσληψη είναι αναπαραγώγιμη εντός των ατόμων (IOM, 2004).

Η εθελοντική κατανάλωση ενός ποτού επηρεάζεται από τη γευστικότητα του, η οποία εκτιμάται από το χρώμα του, τη γεύση του, το άρωμά του και τη θερμοκρασία του (Wilk and Bar-Or, 1996). Αυτοί οι παράγοντες επηρεάζονται σε μεγάλο βαθμό από τις διαφορές των ατόμων στην αντίληψη της αίσθησης, τις προτιμήσεις αναλόγως της κουλτούρας, τον τύπο της κοινωνίας, την προηγούμενη εμπειρία του ατόμου με το συγκεκριμένο ποτό, επομένως οι γενικεύσεις στις προτιμήσεις είναι δύσκολες (Durlach et al, 2002).

Σύμφωνα με τις διαιτητικές οδηγίες των ΗΠΑ για τους Αμερικανούς η ενεργειακή πρόσληψη από τα ποτά αντιπροσωπεύει το 21% της συνολικής ενεργειακής πρόσληψης των Αμερικανών ηλικίας άνω των 2 ετών. Αυτή η ποσότητα των θερμίδων από τα υγρά, η οποία προέρχεται κυρίως από θερμιδογόνα ποτά, προστίθεται στην ενεργειακή πρόσληψη από τα τρόφιμα της δίαιτας μας και αποτελεί παράγοντα συνεισφοράς στην επιπλέον ενέργεια που απαιτείται για την προαγωγή της παχυσαρκίας (Popkin et al, 2006).

3 Ανάγκες σε υγρά

Οι ανθρώπινες ανάγκες σε υγρά δεν θα πρέπει να βασίζονται στην "ελάχιστη" πρόσληψη, διότι αυτό μπορεί πιθανότατα να οδηγήσει σε έλλειμμα, σε πιθανή μειωμένη απόδοση και σε αρνητικές συνέπειες για την υγεία. Σε αντίθεση, η Επιτροπή Τροφίμων και Διατροφής του Ινστιτούτου της Ιατρικής βασίζει τις ανάγκες σε υγρά στην επαρκή πρόσληψη (AI, Adequate Intake). Η επαρκής πρόσληψη βασίστηκε σε πειραματικώς εξαγόμενα επίπεδα πρόσληψης, τα οποία είναι αναμενόμενα να συναντήσουν θρεπτική επάρκεια ουσιαστικά για όλα τα μέλη ενός υγιούς πληθυσμού (Sawka et al, 2005).

Βρέφη ηλικίας 0-12 μηνών

Μία επαρκής πρόσληψη (AI) εξάγεται για τα νεογνά, βασισμένη σε δεδομένα σχετικά με την πρόσληψη γάλακτος για αυτή την ηλικιακή ομάδα, μόνο εφόσον υπάρχει λόγος που να θεωρούμε ότι το ανθρώπινο γάλα είναι ανεπαρκές να προσεγγίσει την ανάγκη ενός βρέφους για ένα θρεπτικό συστατικό. Ο μέσος όγκος πρόσληψης ανθρώπινου γάλακτος κατά τη διάρκεια των πρώτων 6 μηνών της ζωής εκτιμήθηκε στα 0,78 L/day. Λόγω του ότι το 87% του όγκου του γάλακτος είναι νερό, περίπου 0,68 L/day ($0,78 \times 0,87$) νερού προσλαμβάνονται. Εν τούτοις, η επαρκής πρόσληψη για το συνολικό νερό για νεογνά ηλικίας από ηλικία 0 έως 6 μηνών ορίζεται στα 0,7 L/day. Ο όγκος γάλακτος για βρέφη ηλικίας 7-12 μηνών έχει εκτιμηθεί να είναι 0,6 L/day. Η πρόσληψη νερού για μεγαλύτερα βρέφη μπορεί να υπολογιστεί εκτιμώντας την πρόσληψη νερού από το ανθρώπινο γάλα (συγκέντρωση $0,6 \text{ L/day}$) και από συμπληρωματικά τρόφιμα και άλλα ποτά. Η πρόσληψη νερού από τα συμπληρωματικά τρόφιμα και ποτά, εκτός από το ανθρώπινο γάλα εκτιμήθηκε να είναι 0,32 L/day, βασιζόμενοι σε δεδομένα από την CSFII (Continuing Survey of Food Intakes by Individuals). Η μέση πρόσληψη νερού από το ανθρώπινο γάλα είναι 0,52 L/day ($0,87 \times 0,6 \text{ L/day}$). Επομένως, η συνολική πρόσληψη νερού εκτιμήθηκε στα 0,84 L/day ($0,32 + 0,52$). Η επαρκής πρόσληψη ορίστηκε στα 0,8 L/day. Με βάση την CSFII, περίπου το 26% της συνολικής πρόσληψης νερού είναι από τα τρόφιμα, όπου το 74% είναι από ποτά (περιλαμβάνοντας τη συνταγογράφηση προϊόντων και το πόσιμο νερό) για βρέφη ηλικίας 7-12 μηνών (IOM, 2004).

Παιδιά και ενήλικες ηλικίας 1-18 ετών

Βασιζόμενοι στις έρευνες ισορροπίας νερού, η μέση πρόσληψη νερού αυξάνει δύο φορές μεταξύ των πρώτων μηνών της ζωής και 6-12 μηνών. Σε αντίθεση, η αύξηση στην ημερήσια πρόσληψη νερού μεταξύ ηλικιών 2 και 9 ετών είναι μόνο 5-10%. Ομοίως, βασιζόμενοι σε μετρήσεις με διπλά σημασμένο νερό, η ημερήσια αλλαγή σε νερό ανά κιλό σωματικού βάρους μειώνεται ραγδαίως μεταξύ της βρεφικής ηλικίας και της πρώιμης παιδικής ηλικίας, αλλά έπειτα η μείωση είναι μέτρια (IOM, 2004).

Υπάρχει ένας αριθμός δεικτών με τους οποίους μπορεί να εκτιμηθούν τα επίπεδα νερού. Παρά ταύτα, λόγω των ομοιοστατικών αποκρίσεων, μέρος της υπερ- και υπο-υδάτωσης μπορεί να εξισορροπηθεί πέραν μίας μικρής περιόδου. Εν τούτοις, δεν υπάρχει ένα επίπεδο πρόσληψης νερού που συστήνεται για να εξασφαλιστεί η επαρκής υδάτωση και ιδανική υγεία. Δεδομένα από την Έρευνα για την Εξέταση της Διεθνούς Υγείας και Διατροφής (NHANES III) δείχνουν ότι τα φυσιολογικά επίπεδα υδάτωσης σε παιδιά (ηλικίας 12-18 ετών), όπως υπολογίστηκαν από την ωσμωτικότητα ορού, μπορούν να αποκτηθούν με ένα μεγάλο εύρος προσλήψεων συνολικού νερού (Πίνακας 4). Παρόλα αυτά, η επαρκής πρόσληψη νερού ορίστηκε με βάση τη μέση συνολική πρόσληψη νερού χρησιμοποιώντας δεδομένα από την NHANES III (Πίνακας 5) (U.S., NHANES III, 1988-1994). Με βάση αυτά τα δεδομένα, η μέση συνολική πρόσληψη για παιδιά ηλικίας 1-3 ετών ήταν 1,3 L/day, για παιδιά ηλικίας 4-8 ετών ήταν 1,7 L/day, για αγόρια ηλικίας 9-13 ετών ήταν 2,4 L/day, για αγόρια ηλικίας 14-18 ετών ήταν 3,3 L/day, για κορίτσια ηλικίας 9-13 ετών ήταν 2,1 L/day και για κορίτσια ηλικίας 14-18 ετών ήταν 2,3 L/day (IOM, 2004).

Ενήλικες ηλικίας 19-50 ετών

Τα επίπεδα υδάτωσης, εκτιμήθηκαν με βάση την ωσμωτικότητα πλάσματος ή ορού, όπου είναι ο πρωταρχικός δείκτης που χρησιμοποιείται. Η φυσική δραστηριότητα και οι περιβαλλοντικές συνθήκες έχουν ουσιαστικές επιρροές στις ανάγκες του νερού. Επίσης, λόγω των ομοιοστατικών αποκρίσεων, ένα μέρος της υπερ- και υπο-υδάτωσης μπορεί να εξισορροπηθεί πέραν μίας μικρής περιόδου. Ενώ δεν είναι δυνατόν να εκτιμηθεί μία μέση απαίτηση (EAR) για το νερό. Μία μέση απαίτηση ορίστηκε με βάση τα δεδομένα που δείχνουν ότι περίπου τα μισά άτομα στην ομάδα του αντίστοιχου σταδίου ζωής θα συναντήσουν τις ανάγκες τους, ενώ τα άλλα μισά θα είναι ανεπαρκή για ένα ειδικό επίπεδο πρόσληψης. Αξιολογώντας την ακραία μεταβλητότητα στις ανάγκες σε υγρά, οι οποίες δεν είναι μόνο βασισμένες στις διαφορές στο μεταβολισμό, αλλά επίσης στις περιβαλλοντικές συνθήκες και στη φυσική δραστηριότητα, δεν υπάρχει ένα μόνο επίπεδο πρόσληψης νερού το οποίο θα εξασφάλιζε επαρκή υδάτωση και ιδανική υγεία για τα μισά από τα υγιή άτομα σε όλες τις περιβαλλοντικές συνθήκες. Επομένως μία επαρκής πρόσληψη καθιερώθηκε στο κομμάτι της μέσης απαίτησης (EAR) (σύμφωνα με την οποία μία Συνιστώμενη Διαιτητική Πρόσληψη: DRI μπορούσε να τεκμηριωθεί) (IOM, 2004).

Με βάση έρευνες σχετικά με την ισορροπία νερού για μη δραστήρια άτομα σε εύκρατο κλίμα, η ελάχιστη απαίτηση σε νερό είναι περίπου 1 με 3,1 L/day ώστε να αναπληρώσει τις απώλειες νερού από το αναπνευστικό σύστημα, τα ούρα, τα κόπρανα και τις μη αισθητές απώλειες. Δεδομένα από την NHANES III δείχνουν ότι τα φυσιολογικά επίπεδα υδάτωσης σε ενήλικες, όπως υπολογίστηκαν από την ωσμωτικότητα ορού, μπορούν να αποκτηθούν με ένα μεγάλο εύρος προσλήψεων συνολικού νερού (Πίνακας 4). Παρόλα αυτά, η επαρκής πρόσληψη

νερού ορίστηκε με βάση τη μέση συνολική πρόσληψη νερού (πρόσληψη νερού, ποτών και φαγητό) από το NHANES III (Πίνακας 5) (U.S, NHANES III, 1988-1994). Αυτές οι επαρκείς προσλήψεις (AIs) καλύπτουν τις ελάχιστες απώλειες που τακτικώς εμφανίζονται σε εύκρατο κλίμα για κάποιο άτομο με καθιστική ζωή και είναι με βάση τους παράγοντες που αναφέραμε προηγουμένως (IOM, 2004).

Οι ατομικές απαιτήσεις σε νερό μπορεί να ποικίλουν πολύ, ακόμη και από μέρα σε μέρα, λόγω των διαφορών στη φυσική δραστηριότητα και στο κλίμα. Σε μικρότερο βαθμό, οι διαιτητικοί παράγοντες επηρεάζουν τις απαιτήσεις σε νερό (π.χ το ωσμωτικό φορτίο που παράγεται από τις μεταβολιζόμενες διαιτητικές πρωτεΐνες και τα οργανικά σύνθετα, οι ποικίλες προσλήψεις ηλεκτρολυτών) και θα πρέπει να υπολογίζονται στην επαρκή συνολική πρόσληψη νερού. Επομένως, δεν υπάρχει μία μόνο απαίτηση για τη συνολική πρόσληψη νερού για ένα συγκεκριμένο άτομο και οι ανάγκες μεταβάλλονται αξιοσημείωτα σε εξάρτηση κυρίως με τη φυσική δραστηριότητα και το κλίμα, αλλά και τη δίαιτα. Θα ήταν παρερμηνεία να ειπωθεί ότι η βάση για την οριοθέτηση της επαρκούς πρόσληψης (AI) δηλώνει ότι υπάρχει μία "απαίτηση" για νερό στο επίπεδο της επαρκούς πρόσληψης. Η επαρκής πρόσληψη δεν αντιπροσωπεύει μία απαίτηση, είναι μία ποσότητα που θα πρέπει να συναντήσει τις ανάγκες σχεδόν όλων των ατόμων στην ειδική ομάδα για το αντίστοιχο στάδιο ζωής κάτω από τις καταστάσεις που αναφέρθηκαν (IOM, 2004). Βέβαια εκτιμήθηκαν με μία διαφορετική επιστημονική βάση από ότι άλλες συστάσεις για την πρόσληψη νερού ή υγρών (NRC, 1989).

Η επαρκής πρόσληψη για τη συνολική πρόσληψη νερού για νεαρούς άνδρες και γυναίκες (19-30 ετών) είναι 3,7 και 2,7 L/day αντιστοίχως, η οποία ανταποκρίνεται στις μέσες προσλήψεις για αυτή την ηλικιακή ομάδα στην NHANES III (Πίνακας 5). Η μέση πρόσληψη για τις ηλικίες 31-50 ετών είναι όμοια με αυτή για τους νεότερους ενήλικες (IOM, 2004).

Ενήλικες ηλικίας 51+ ετών

Αν και υπάρχουν διαφορές στη φυσιολογία των νεφρών που εμφανίζονται με την ηλικία, στον πίνακα 4 (ο οποίος προβάλλει τιμές ωσμωτικότητας ορού ανά εκατοστημόριο μέσης συνολικής πρόσληψης νερού) φαίνεται πως η κατάσταση υδάτωσης συνεχίζει να είναι φυσιολογική μέχρι ένα μεγάλο εύρος προσλήψεων για ηλικιωμένα άτομα, όπως και στα νεότερα άτομα. Η επαρκής πρόσληψη για το συνολικό νερό (πρόσληψη νερού, ποτών και φαγητό) για τους ηλικιωμένους ορίστηκε με βάση τη μέση συνολική πρόσληψη νερού για νεαρούς ενήλικες (Πίνακας 5) και όχι με βάση τη μεγαλύτερη ηλικιακή ομάδα, ώστε να εξασφαλιστεί ότι η συνολική πρόσληψη νερού δεν περιορίζεται στην αντιμετώπιση μιας δυνητικής μείωσης της ικανότητας για κατανάλωση επαρκών ποσοτήτων σε απόκριση στη δίψα (IOM, 2004).

Πίνακας 4. Τιμές ωσμωτικότητας ορού ανά εκατοστημόριο μέσης συνολικής πρόσληψης νερού, U.S, NHANES III, 1988-1994.

Sex/Age Category ^a	Decile of Total Water Intake ^b	<i>n</i>	Total Water Intake (mL/d)		Serum Osmolality (mmol/kg)	
			Mean	Median	Mean	Median
M, 12–18 y	1	94	1,364	1,412	278	279
	2	87	1,837	1,857	279	281
	3	105	2,146	2,138	277	277
	4	81	2,489	2,492	278	279
	5	86	2,793	2,789	279	279
	6	82	3,128	3,149	279	278
	7	80	3,511	3,490	279	279
	8	57	3,953	3,948	278	279
	9	70	4,499	4,497	279	282
	10	96	6,460	5,877	281	281
M, 19–50 y	1	380	1,694	1,763	279	279
	2	336	2,322	2,339	279	278
	3	287	2,667	2,660	281	282
	4	278	2,984	2,974	280	281
	5	296	3,310	3,308	280	282
	6	307	3,691	3,692	280	279

Συνέχεια πίνακα 4.

Sex/Age Category ^a	Decile of Total Water Intake ^b	<i>n</i>	Total Water Intake (mL/d)		Serum Osmolality (mmol/kg)	
			Mean	Median	Mean	Median
M, 51–70 y	7	312	4,133	4,122	280	281
	8	276	4,727	4,689	280	280
	9	304	5,555	5,502	280	280
	10	315	7,934	7,279	280	281
	1	184	1,635	1,721	280	281
	2	146	2,168	2,149	282	283
	3	156	2,570	2,593	281	281
	4	134	2,907	2,894	281	281
	5	105	3,172	3,174	283	283
	6	125	3,465	3,469	281	282
M, 71+ y	7	124	3,798	3,798	280	280
	8	119	4,319	4,337	280	280
	9	128	5,162	5,141	281	283
	10	95	7,203	6,721	281	282
	1	106	1,444	1,523	283	283
	2	101	1,895	1,895	283	283
	3	83	2,208	2,216	283	284
	4	87	2,455	2,452	284	284
	5	74	2,707	2,715	283	284
	6	66	2,976	2,980	282	284
F, 12–18 y	7	68	3,218	3,225	281	281
	8	83	3,597	3,572	283	284
	9	67	4,129	4,151	283	283
	10	73	5,450	5,247	281	280
	1	103	943	942	278	279
	2	106	1,444	1,469	278	279
	3	81	1,696	1,685	276	276
	4	105	1,964	1,961	276	277
	5	105	2,202	2,173	276	276
	6	83	2,492	2,512	278	279
F, 19–50 y	7	100	2,719	2,711	278	279
	8	84	3,069	3,085	277	278
	9	104	3,737	3,672	278	279
	10	83	5,525	5,279	277	278
	1	429	1,249	1,315	277	277
	2	369	1,727	1,735	277	278
	3	350	2,033	2,015	277	278
	4	347	2,309	2,299	276	277
	5	347	2,612	2,603	277	278
	6	340	2,923	2,925	277	278
	7	320	3,270	3,257	277	277
	8	306	3,725	3,719	278	279

Συνέχεια πίνακα 4.

Sex/Age Category ^a	Decile of Total Water Intake ^b	n	Total Water Intake (mL/d)		Serum Osmolality (mmol/kg)	
			Mean	Median	Mean	Median
F, 51–70 y	9	281	4,298	4,267	277	277
	10	353	6,163	5,426	277	278
	1	174	1,321	1,382	281	281
	2	135	1,836	1,854	280	281
	3	147	2,102	2,117	280	280
	4	130	2,388	2,406	280	281
	5	134	2,682	2,682	281	282
	6	151	2,969	2,971	280	281
	7	135	3,301	3,291	281	281
	8	127	3,704	3,720	280	279
F, 71+ y	9	129	4,230	4,216	281	281
	10	141	5,807	5,331	279	280
	1	110	1,191	1,242	282	283
	2	102	1,649	1,656	282	282
	3	101	1,957	1,953	282	282
	4	87	2,193	2,190	281	281
	5	79	2,382	2,378	283	283
	6	92	2,589	2,591	282	283
	7	84	2,883	2,882	283	282
	8	99	3,173	3,152	281	281
	9	79	3,599	3,601	280	281
	10	88	4,852	4,646	282	283

^a M= Άνδρας, F= Γυναίκα

^b Η συνολική πρόσληψη νερού είναι το άθροισμα της κατανάλωσης νερού και του νερού που περιέχεται στα τρόφιμα και τα ποτά.

Σημείωση: τα δεδομένα περιορίζονται στα άτομα που έδωσαν μία έγκυρη απάντηση στην ερώτηση για τη συνήθη πρόσληψη νερού, μία πλήρη και αξιόπιστη διαιτητική ανάκληση 24-ώρου και έκαναν μία μέτρηση οσμωτικότητας ορού. Οι γυναίκες που ήταν έγκυες, που θήλαζαν, ή είχαν αφήσει κενό ή απάντησαν "δεν γνωρίζω" στην ερώτηση αν ήταν έγκυες ή θήλαζαν δεν συμπεριλήφθηκαν στην ανάλυση των δεδομένων.

Πίνακας 5. Μέση τιμή και επιλεγμένα εκατοστημόρια για τη συνήθη ημερήσια πρόσληψη συνολικού νερού (mL), U.S, NHANES III, 1988-1994.

Sex/Age Category ^a	n	Mean	Percentile		
			1st	5th	10th
Both sexes, 2–6 mo	784	1,112	443	607	707
Both sexes, 7–12 mo	809	1,324	525	768	861
Both sexes, 1–3 y	3,172	1,420	509	701	822
Both sexes, 4–8 y	3,247	1,779	1,069	1,235	1,332
Standard error		26	160	128	109
M, 9–13 y	1,188	2,535	1,211	1,495	1,669
Standard error		54	121	110	101
M, 14–18 y	891	3,400	1,765	2,118	2,333
Standard error		88	303	269	242
M, 19–30 y	1,872	3,908	1,849	2,260	2,517
Standard error		65	140	130	121
M, 31–50 y	2,495	3,848	1,632	2,094	2,380
Standard error		57	63	58	55
M, 51–70 y	1,872	3,551	1,606	2,024	2,281
Standard error		64	74	55	54
M, 71+ y	1,186	2,994	1,422	1,768	1,979
Standard error		45	64	53	46
F, 9–13 y	1,181	2,240	1,003	1,268	1,429
Standard error		49	70	61	58
F, 14–18 y	937	2,498	957	1,270	1,466
Standard error		66	80	74	74

25th	50th	75th	90th	95th	99th
856	1,047	1,313	1,564	1,786	2,384
1,051	1,260	1,544	1,833	2,027	2,588
1,032	1,320	1,703	2,141	2,492	3,238
1,513	1,742	2,005	2,274	2,453	2,826
76	35	49	130	200	389
2,001	2,439	2,964	3,523	3,901	4,715
82	61	77	143	200	342
2,743	3,282	3,928	4,617	5,086	6,102
180	100	150	337	488	858
3,019	3,709	4,577	5,548	6,232	7,763
101	73	88	181	267	493
2,920	3,632	4,527	5,574	6,340	8,122
50	54	78	128	178	325
2,765	3,387	4,148	5,018	5,643	7,065
56	58	91	129	187	424
2,377	2,895	3,502	4,136	4,559	5,453
35	34	64	116	158	260
1,734	2,132	2,623	3,181	3,582	4,497
52	47	65	96	139	312
1,841	2,331	2,958	3,722	4,301	5,688
70	52	80	172	287	673

Συνέχεια πίνακα 5.

Sex/Age Category ^a	n	Mean	Percentile		
			1st	5th	10th
F, 19–30 y	1,885	2,838	1,034	1,399	1,628
Standard error		41	64	55	48
F, 31–50 y	2,906	3,101	1,202	1,589	1,829
Standard error		43	56	52	46
F, 51–70 y	2,002	3,024	1,281	1,649	1,877
Standard error		49	96	56	49
F, 71+ y	1,317	2,617	1,227	1,540	1,729
Standard error		35	70	59	52
Pregnant	341	3,118	1,363	1,692	1,904
Standard error		139	183	146	151
Lactating	98	3,791	1,600	2,173	2,500
Standard error		171	233	214	207
P/L	434	3,277	1,527	1,924	2,163
Standard error		122	183	167	157
All individuals	27,744	3,006	968	1,343	1,589
Standard error		24	16	21	19
All individuals (+P/L)	28,178	3,011	971	1,347	1,594
Standard error		24	15	22	19

25th	50th	75th	90th	95th	99th
2,077	2,687	3,435	4,244	4,795	5,979
39	40	60	99	133	219
2,280	2,898	3,690	4,582	5,276	7,038
34	46	48	82	127	325
2,316	2,898	3,594	4,333	4,832	5,899
56	50	93	94	139	391
2,082	2,536	3,064	3,609	3,969	4,715
41	34	52	90	122	196
2,341	2,966	3,736	4,530	5,053	6,167
161	200	201	272	309	835
3,076	3,753	4,463	5,127	5,537	6,333
199	194	193	222	261	371
2,610	3,182	3,839	4,511	4,953	5,869
139	130	155	225	288	446
2,087	2,791	3,662	4,659	5,423	7,247
21	34	37	51	79	143
2,093	2,797	3,667	4,662	5,423	7,235
21	37	38	51	80	143

^a M= Άνδρας, F= Γυναίκα, P/L= Εγκυμοσύνη και/ ή θηλασμός

Σημείωση: Η συνολική πρόσληψη νερού είναι το άθροισμα της κατανάλωσης νερού και του νερού που περιέχεται στα τρόφιμα και τα ποτά που καταναλώθηκαν. Τα δεδομένα περιορίζονται στα άτομα που έδωσαν μία έγκυρη απάντηση στην ερώτηση "Πόσο νερό πίνετε συνήθως μέσα σε ένα 24-ωρο; Να συμπεριληφθεί το νερό βρύσης ή πηγής", και οι οποίοι έδωσαν μία πλήρη και αξιόπιστη διαιτητική ανάκληση 24-ωρου την ημέρα 1. Οι κατανομές πρόσληψης για τα βρέφη ηλικίας 2-6 και 7-12 μηνών και για τα παιδιά ηλικίας 1-3 ετών δεν είναι προσαρμοσμένες. Οι μέσες τιμές και τα εκατοστημόρια για αυτές τις ομάδες υπολογίστηκαν με το πρόγραμμα SAS PROC UNIVARIATE. Για όλες τις άλλες ομάδες, τα δεδομένα προσαρμόστηκαν με τη μέθοδο του Πανεπιστημίου της Πολιτείας της Αϊόβα για τους υπολογισμούς της συνήθους πρόσληψης. Οι μέσες τιμές, τα τυπικά σφάλματα και τα εκατοστημόρια υπολογίστηκαν με το G-Side. Τα τυπικά σφάλματα υπολογίστηκαν μέσω jackknife replication.

Κάθε τυπικό σφάλμα έχει 49 βαθμούς ελευθερίας. Τα βρέφη και τα παιδιά κατανάλωσαν ανθρώπινο γάλα και οι γυναίκες που ήταν έγκυες, που θήλαζαν, ή είχαν αφήσει κενό ή απάντησαν "δεν γνωρίζω" στην ερώτηση αν ήταν έγκυες ή θήλαζαν δεν συμπεριλήφθηκαν στην ανάλυση των δεδομένων.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται συνολικά οι επαρκείς προσλήψεις σε συνολικό νερό για διάφορες ηλικιακές ομάδες και για τα δύο φύλα.

Πίνακας 6. Επαρκής Πρόσληψη (ΑΙ) για το συνολικό νερό	
ΑΙ για τα βρέφη	
0-6 μηνών	0,7 L/day νερού, προσλαμβανόμενα από το ανθρώπινο γάλα
7-12 μηνών	0,8 L/day νερού, προσλαμβανόμενα από το ανθρώπινο γάλα συμπληρωματικά με τρόφιμα και ποτά.
ΑΙ για τα παιδιά	
1-3 ετών	1,3 L/day συνολικού νερού
4-8 ετών	1,7 L/day συνολικού νερού
ΑΙ για τα αγόρια	
9-13 ετών	2,4 L/day συνολικού νερού
14-18 ετών	3,3 L/day συνολικού νερού
ΑΙ για τα κορίτσια	
9-13 ετών	2,1 L/day συνολικού νερού
14-18 ετών	2,3 L/day συνολικού νερού
ΑΙ για τους άνδρες	
19-30 ετών	3,7 L/day συνολικού νερού
31-50 ετών	3,7 L/day συνολικού νερού
ΑΙ για τις γυναίκες	
19-30 ετών	2,7 L/day συνολικού νερού
31-50 ετών	2,7 L/day συνολικού νερού
ΑΙ για τους άνδρες	
51-70 ετών	3,7 L/day συνολικού νερού
>70 ετών	3,7 L/day συνολικού νερού
ΑΙ για τις γυναίκες	
51-70 ετών	2,7 L/day συνολικού νερού
>70 ετών	2,7 L/day συνολικού νερού
Πηγή IOM, 2004	

Τέλος, θα αναφερθούμε στην υπάρχουσα νοθεσία να πίνουμε το λιγότερο 8 ποτήρια των 8 oz νερό (με τη συνοδευτική υπενθύμιση ότι τα ποτά που περιέχουν καφεΐνη και αλκοόλ δεν υπολογίζονται). Σύμφωνα με την ανασκόπηση βιβλιογραφίας του Valtin η παραπάνω συμβουλή φαίνεται να στερείται ισχυρής απόδειξης. Επίσης αναφέρεται ότι δεν έχουν βρεθεί επιστημονικές έρευνες που να υποστηρίζουν τη συμβουλή των 8X8. Παρά ταύτα, έρευνες για την πρόσληψη φαγητού και υγρών σε χιλιάδες ενήλικες και των δύο φύλων, αναλύσεις των οποίων έχουν δημοσιευτεί σε περιοδικά ανασκόπησης, ισχυρά υποστηρίζουν ότι τόσο μεγάλες ποσότητες δεν χρειάζονται διότι τα άτομα ήταν υγιή και όχι φανερώς ασθενή. Αυτό το συμπέρασμα υποστηρίζεται από δημοσιευμένες έρευνες που δείχνουν ότι τα καφεϊνούχα ποτά (και σε μικρότερο μέγεθος τα μέτρια αλκοολούχα ποτά, όπως η μπύρα) μπορούν να υπολογίζονται στην ημερήσια συνολική πρόσληψη, όπως και από μεγάλο μέρος δημοσιευμένων πειραμάτων που πιστοποιούν την ακρίβεια και την αποτελεσματικότητα του ωσμορυθμιστικού συστήματος για τη διατήρηση της ισορροπίας νερού. Επιπροσθέτως, δίνεται έμφαση στο γεγονός ότι το συμπέρασμα αυτό περιορίζεται σε υγιείς ενήλικες σε εύκρατο κλίμα με περισσότερη καθιστική ζωή, ακριβώς στο πληθυσμό και στις συνθήκες που το "λιγότερο" 8X8 αναφέρεται. Με βάση δημοσιευμένη έρευνα, ισοδυνάμως έμφαση δίνεται στο γεγονός ότι μεγάλες προσλήψεις υγρών, ισοδύναμες με ή και μεγαλύτερες από 8X8, είναι αξιόσυστατες για τη θεραπεία ή την πρόληψη κάποιων ασθενειών και συνήθως επικαλούνται κάτω από ειδικές συνθήκες, όπως έντονο έργο και έντονη άσκηση, ειδικώς σε ζεστό κλίμα (Valtin, 2002).

3.1 Παράγοντες που επηρεάζουν τις ανάγκες σε υγρά

Οι φυσιολογικές ανάγκες εξαρτώνται από πολυάριθμους παράγοντες (π.χ μεταβολισμός, διαίτα, κλίμα, ρουχισμός), ενώ η φυσιολογική υδάτωση είναι σε αρμονία με ένα πλατύ εύρος πρόσληψης υγρών (Sawka et al, 2005).

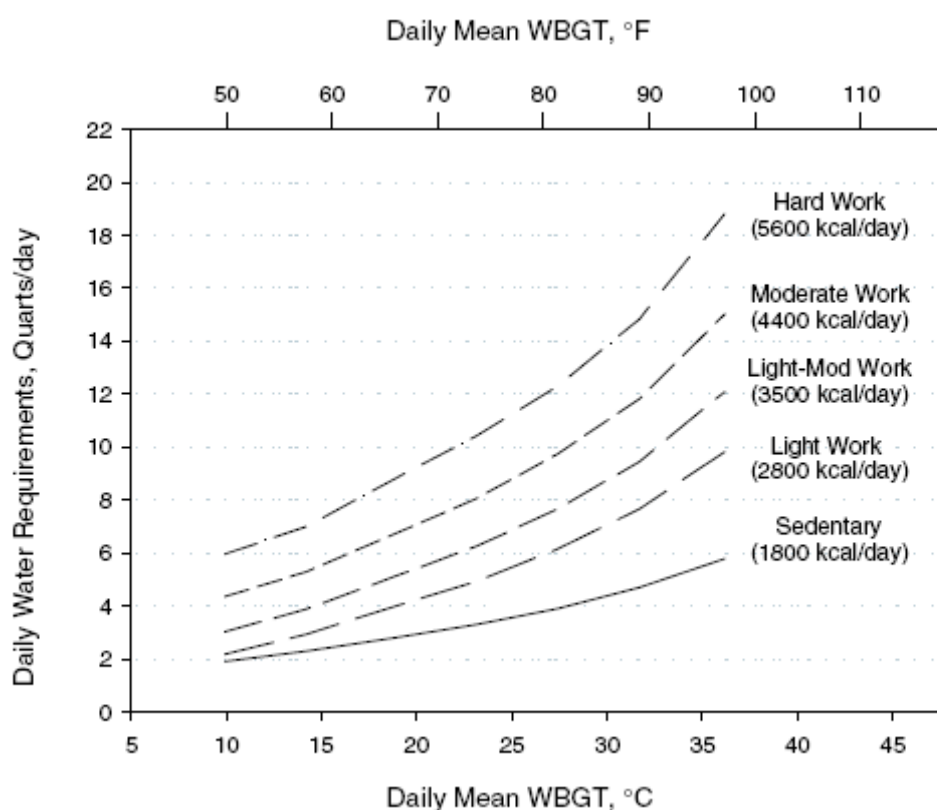
Περιβαλλοντικοί παράγοντες

Η φυσική δραστηριότητα και το θερμικό στρες μπορεί να προάγουν υψηλές τιμές συνολικής απώλειας νερού. Ο ρυθμός εφίδρωσης ενός ατόμου εξαρτάται από τις κλιματικές συνθήκες, τον ρουχισμό, την ένταση και τη διάρκεια της άσκησης. Δεν είναι ασυνήθιστο για γυναίκες και άνδρες δρομείς αποστάσεων να έχουν ρυθμούς εφίδρωσης περίπου 0,7 και 1,0 L/hour, αντιστοίχως, σε εύκρατες συνθήκες (Cheuvront and Haymes, 2001). Το επίπεδο φυσικής κατάστασης έχει μέτρια επίδραση στις απώλειες ιδρώτα, εκτός εάν συνοδεύεται από θερμοεγκλιματισμό.

Η έκθεση σε κλιματικό θερμικό στρες αυξάνει τα υγρά διαμερίσματα για ένα δεδομένο επίπεδο φυσικής δραστηριότητας. Διάφορες αναλύσεις έχουν επιχειρήσει να ποσοτικοποιήσουν τα αποτελέσματα του θερμού κλίματος στις αυξανόμενες ημερήσιες απαιτήσεις υγρών

(συνολικού νερού). Αυτές οι αναλύσεις προτείνουν ότι το εύρος των ημερήσιων απαιτήσεων σε υγρά σε άτομα με καθιστική ζωή, σε δραστήρια και πολύ δραστήρια άτομα είναι από 3-6 L/day σε εύκρατο κλίμα και από 4-12 L/day σε θερμό κλίμα (Brown, 1947; Lee, 1964; Sawka and Montain, 2001; U.S. Army, 1959).

Στη γραφική παράσταση 6 παρουσιάζεται το εύρος των ημερήσιων απαιτήσεων σε υγρά (νερό) ενός ατόμου που προπονείται ελαφρώς (1800 total kcal/day) μέχρι σκληρή προπόνηση (5600 total kcal/day) σε κλίμα με Μέση Ημερήσια Ξηρή Θερμοκρασία (WBGT, Wet Bulb Globe Temperature) που κυμαίνεται από 5° σε 35 ° C (41 ° σε 95 ° F). Να σημειώσουμε ότι οι ημερήσιες απαιτήσεις σε υγρά αυξάνονται με το μεταβολικό ρυθμό και το θερμικό στρες. Για τα άτομα με καθιστική ζωή μέχρι τα πολύ δραστήρια άτομα, οι ημερήσιες απαιτήσεις σε υγρά κυμαίνονται από 1,9-3,8 L/day σε δροσερό κλίμα και μέχρι 7,6-15,2 L/day σε πολύ θερμό κλίμα (Swaka and Montain, 2001).



Γραφική παράσταση 6. Το εύρος των ημερήσιων απαιτήσεων σε υγρά (νερό) ενός ατόμου που προπονείται ελαφρώς (1800 total kcal/day) μέχρι σκληρή προπόνηση (5600 total kcal/day) σε κλίμα με μέση ημερήσια WBGT που κυμαίνεται από 5° σε 35 ° C (41 ° σε 95 ° F). Πηγή: Swaka and Montain, 2001.

Η έκθεση σε υψόμετρο θα έχει σαν αποτέλεσμα την αφυδάτωση λόγω των αυξημένων αναπνευστικών απωλειών νερού (περίπου 200 mL/day πάνω από τη συνήθη βασική τιμή των 250 ml/day), τη διούρηση λόγω υποξίας, τη μειωμένη πρόσληψη υγρών (περίπου 2-3 L για αρκετές ημέρες) και πιθανώς την αυξημένη εφίδρωση λόγω των υψηλών μεταβολικών ρυθμών

που απαιτούνται λόγω του απότομου εδάφους του βουνού. Το καθαρό αποτέλεσμα είναι έλλειμμα του συνολικού σωματικού νερού κατά τη διάρκεια έκθεσης σε υψόμετρο (Anand and Chandrashekhar, 1996; Hoyt and Honing, 1996).

Οι απώλειες υγρών σε κρύο κλίμα μπορεί να είναι τόσο υψηλές όσο οι απώλειες στο θερμό κλίμα λόγω των υψηλών ρυθμών ενεργειακής δαπάνης και της χρήσης βαριού ρουχισμού (Freud and Young, 1996).

Διατροφικοί παράγοντες

Τα διαθέσιμα δεδομένα είναι αντιφατικά σχετικά με την πρόσληψη καφεϊνούχων ποτών, (λόγω της διουρητικής επίδρασης της καφεΐνης στην επαναρρόφηση του νερού στους νεφρούς) που μπορεί να οδηγήσει σε έλλειμμα του συνολικού σωματικού νερού. Σε συμφωνία όμως βρίσκονται τα διαθέσιμα δεδομένα σχετικά με τις υψηλότερες δόσεις καφεΐνης (πάνω από 180 mg/day), που έχει βρεθεί ότι αυξάνουν την παραγωγή ούρων πιθανώς περιοδικά και ότι αυτή η διουρητική δράση εμφανίζεται εντός μίας μικρής περιόδου χρόνου (Passmore et al, 1987). Δεν είναι ξεκάθαρο εάν η πρόσληψη καφεΐνης σε υψηλά ποσά μπορεί να οδηγήσει σε έλλειμμα του συνολικού σωματικού νερού ή όχι (IOM, 2001). Επιπλέον, η ανοχή στην καφεΐνη μειώνει την πιθανότητα εμφάνισης μίας επιζήμιας ανισορροπίας υγρών και ηλεκτρολυτών. Επιπροσθέτως, οι αθλητές και τα άτομα που ασκούνται με μικρό ρυθμό δεν θα εμφανίσουν επιζήμια ανισορροπία υγρών και ηλεκτρολυτών εάν έχουν μέτρια κατανάλωση καφεϊνούχων ποτών και ακολουθούν μία τυπική Αμερικάνικη διαίτα (Armstrong, 2002). Σύμφωνα με ανασκόπηση της βιβλιογραφίας από τον Armstrong και τους συνεργάτες του βρέθηκε ότι η κατανάλωση καφεΐνης δεν οδηγεί σε ανισορροπία υγρών και ηλεκτρολυτών, υπερθερμία και μειωμένη ανοχή στην άσκηση στη ζέστη (Armstrong et al, 2007).

Το αλκοόλ έχει διουρητική δράση λόγω της καταστολής της αντιδιουρητικής ορμόνης (Stookey, 1999). Έχει αναφερθεί αυξημένη διούρηση κατά τη διάρκεια των αρχικών 3 ωρών πρόσληψης ποτού, το οποίο περιέχει αλκοόλ (αιθανόλη, 1,2 g/kg σωματικού βάρους σε διάλυμα χυμού φρούτων) σε υγιείς ενήλικες άνδρες. Έξι ώρες μετά την πρόσληψη, έχει παρατηρηθεί μία αντιδιουρητική φάση, η οποία διαρκεί μέχρι 12 ώρες μετά την πρόσληψη αλκοόλ. Αυτό μπορεί να οφείλεται στην υψηλή ωσμωτικότητα ορού, η οποία διεγείρει την αντιδιουρητική ορμόνη και έχει σαν αποτέλεσμα την επαναρρόφηση νερού (Taivainen et al, 1995). Οι επιδράσεις της αιθανόλης αλλάζουν κατά τη διάρκεια της ημέρας και πιθανώς να εξαρτάται από το ποσό του νερού που καταναλώνεται πριν τα γεύματα (Stookey, 1999). Τέλος, με βάση τα παρόντα περιορισμένα δεδομένα η επίδραση της πρόσληψης αιθανόλης στην αυξημένη έκκριση νερού είναι παροδική και δεν μπορεί να συνεισφέρει αξιοσημείωτα στις απώλειες υγρών πέραν μίας εικοσιτετράωρης περιόδου.

Η ουρία αποτελεί ένα σημαντικό τελικό προϊόν του μεταβολισμού των διαιτητικών πρωτεϊνών και αμινοξέων και απαιτεί νερό για την απέκκριση της από τους νεφρούς. Η νεφρική απέκκριση ενός γραμμαρίου αζώτου ουρίας (2,2 g ουρία) απαιτεί 40 με 60 mL νερού. Έτσι, εάν ένα άτομο καταναλώνει 63 g πρωτεΐνης σε μία δίαιτα που περιλαμβάνει 2100 kcal, ο όγκος νερού που απαιτείται αυξάνει κατά 0,4 έως 0,6 L/day πέραν της βασικής απαίτησης για την ωσμωτική έκκριση των 0,5 έως 0,75 L/day σε νεότερα και μεγαλύτερα άτομα, αντιστοίχως (Luft et al, 1983).

Η παρουσία διαιτητικών υδατανθράκων μπορεί να επιδράσει τις απαιτήσεις νερού. Κατά μέσο όρο, 100 g/day υδατανθράκων απαιτούνται για την πρόληψη της κέτοσης (IOM, 2002/2005). Αυτή η ποσότητα υδατανθράκων έχει αποδειχθεί ότι μειώνει το έλλειμμα του σωματικού νερού, μειώνοντας την ποσότητα των κετονοσωμάτων που πρέπει να αποβληθούν (Gamble, 1947). Επίσης, η αύξηση των διαιτητικών ινών οδηγεί σε αυξημένες απώλειες νερού μέσω των κοπράνων (Baird et al, 1977).

Τέλος, από αναλύσεις των δεδομένων της Intersalt έρευνας εκτιμήθηκε ότι η μείωση της πρόσληψης νατρίου κατά 2,3 g (100 mmol)/day θα μειώσει των όγκο ούρων 24ώρου κατά 0,38 και 0,40 L σε υπερτασικούς και μη υπερτασικούς, αντιστοίχως (He et al, 2001). Όμως, δεν είναι δυνατόν να εκτιμηθεί η έκταση της επίδρασης της πρόσληψης νατρίου στην πρόσληψη νερού.

Παθοφυσιολογικοί Παράγοντες

Δεν υπάρχει έρευνα που να δείχνει ότι η αυξημένη πρόσληψη νερού επηρεάζει την εμφάνιση σακχαρώδη διαβήτη ή αλλάζει τη διαγνωστική προσέγγιση σε αυτή την ασθένεια. Παρά ταύτα, η αφυδάτωση είναι ξεκάθαρα συσχετισμένη με τη χειροτέρευση του ελέγχου του σακχαρώδη διαβήτη. Επιπροσθέτως, ο μη ρυθμισμένος σακχαρώδης διαβήτης προάγει δραματικά την επίτευξη σοβαρής αφυδάτωσης που οφείλεται στην ωσμωτική διούρηση. Οι αλλαγές στην οξεοβασική ισορροπία και η αυξημένη ωσμωτικότητα των ούρων από την γλυκοζουρία που επέρχεται από την υπεργλυκαιμία και από την κετονουρία αυξάνουν την παραγωγή ούρων. Σε άτομα με φτωχά ρυθμισμένο σακχαρώδη διαβήτη, η μειωμένη πρόσληψη νερού μπορεί να οδηγήσει σε αφυδάτωση ως αποτέλεσμα μόλυνσης ή υπότασης, η οποία μπορεί να οδηγήσει σε παραλήρημα και μειωμένη ικανότητα για ζήτηση νερού (IOM, 2004).

Η συγκέντρωση χλωριούχου νατρίου στον ιδρώτα των ασθενών με κυστική ίνωση είναι αξιοσημείωτα υψηλότερη σε σύγκριση με τα υγιή άτομα. Με αποτέλεσμα τα άτομα με κυστική ίνωση να χάνουν επιπλέον ποσότητες χλωριούχου νατρίου, ειδικώς όταν ο ρυθμός εφίδρωσης αυξάνει κατά τη διάρκεια της άσκησης ή της έκθεσης σε θερμό κλίμα. Αυτοί οι ασθενείς στερούνται την αίσθηση δίψας λόγω μη αυξημένης ωσμωτικότητας ορού και οδηγούνται στην αφυδάτωση. Αυτό που μπορεί να διεγείρει τη δίψα στα άτομα με κυστική ίνωση, όπως και στα

υγρή, είναι η αύξηση της σύστασης σε χλωριούχο νάτριο των υγρών που καταναλώνουν (Kriemler et al, 1999).

Ο όγκος των ούρων μειώνεται κατά τη διάρκεια περιορισμού του νερού και αυξάνεται με τη φόρτιση νερού. Καθώς δεν υπάρχουν ειδικά δεδομένα που να δείχνουν ότι ο όγκος νερού που καταναλώνεται σε χρόνια βάση συσχετίζεται με την εμφάνιση ασθενειών των νεφρών, η συνολική πρόσληψη νερού θα πρέπει να είναι επαρκής έτσι ώστε να επιτρέπει την απέκκριση ποικίλων ποσοτήτων ωσμωτικών δραστήριων ιόντων και συστατικών, τα οποία είναι τελικά προϊόντα της διαιτητικής πρόσληψης και του μεταβολισμού. Στους νεφρούς ενός υγιούς ατόμου φαίνεται πως ομοιοστατικές αλλαγές διατηρούν την ισορροπία νερού, παρά το μεγάλο εύρος των διαιτητικών προσλήψεων (Shore et al, 1988).

Τα αντιχολινεργικά, τα αντιβιοτικά για μολύνσεις, η ινσουλίνη για το σακχαρώδη διαβήτη και τα αναλγητικά για τον έλεγχο του πόνου, που προάγει παραλήρημα είναι φάρμακα που δεν διεγείρουν άμεσα την πρόσληψη νερού. Από την άλλη πλευρά, τα διουρητικά φάρμακα προάγουν την απώλεια νερού (IOM, 2004). Επιπλέον κάποιες ουσίες, όπως το λίθιο μπορεί να παρεμβαίνουν μαζί με τα ρυθμιστικά συστήματα για τον έλεγχο της απελευθέρωσης αντιδιουρητικής ορμόνης και να έχουν σαν αποτέλεσμα τον κεντρικό ή νεφρογενή διαβήτη (Posner and Mokrzycki, 1996; Stone, 1999).

3.2 Ανάγκες σε υγρά και φυσική δραστηριότητα

Η φυσική δραστηριότητα και η έκθεση στο περιβάλλον θα αυξήσει τις απώλειες νερού με αποτέλεσμα να αυξάνονται οι ημερήσιες ανάγκες σε υγρά. Τα φυσικά δραστήρια άτομα είναι περισσότερο πιθανόν να είναι στην ύπαιθρο και σε έκθεση σε διάφορες περιβαλλοντικές συνθήκες (π.χ θερμό κλίμα). Επειδή η αφυδάτωση θα μειώσει τις ικανότητες φυσικής δραστηριότητας και θα αυξήσει το θερμικό στρες (π.χ θερμοκρασία σώματος), είναι σημαντικό οι δραστήριοι πληθυσμοί να αναπληρώνουν επαρκώς τις απώλειες υγρών (IOM, 1994; Sawka and Coyle, 1999). Έρευνες που ασχολούνται με την ανταλλαγή νερού (water turnover) δείχνουν ότι υψηλότεροι όγκοι καθημερινής (50 km ποδηλασίας) ή εβδομαδιαίας (100 km τρέξιμο) δραστηριότητας σε εύκρατο περιβάλλον αυξάνουν τη ροή νερού κατά 1,2 με 1,4 L/day, γεγονός που οφείλεται κυρίως στην απώλεια και αντικατάσταση του όγκου του ιδρώτα. Οι ίδιες δραστηριότητες σε θερμότερα περιβάλλοντα θα οξύνουν το αποτέλεσμα (Leiper et al, 1996; Leiper et al 2001).

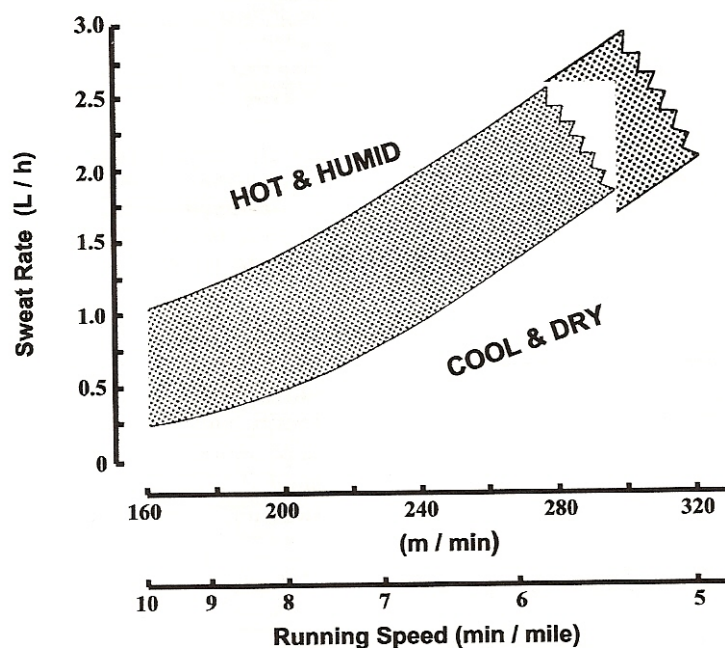
Οι απώλειες ιδρώτα από την οξεία άσκηση κυμαίνονται εντός ενός εύρους μεταξύ 1 έως 2 L/hour για ομαδικά (Burke, 1997) και ατομικά (Rehrer and Burke, 1996) αγωνίσματα αντοχής. Στον πίνακα 7 παρουσιάζονται ρυθμοί εφίδρωσης που αναφέρονται από αθλητές που συμμετέχουν σε διάφορα αθλήματα (Rehrer and Burke, 1996). Οι μέγιστοι ρυθμοί γαστρικής

εκκένωσης είναι ποικίλοι και επηρεάζονται από διάφορους παράγοντες, αλλά προσεγγίζουν τις τυπικές απώλειες ιδρώτα (1-1,5 L/hour). Να αναφέρουμε ότι μόνο οι περίπου μισές απώλειες ιδρώτα αναπληρώνονται εθελοντικά κατά τη διάρκεια της άσκησης, με αποτέλεσμα να εμφανίζονται μέτριες απώλειες νερού σε ομαδικά (1-2%) και συναγωνιστικά αθλήματα αντοχής (1-4%), εν τούτοις έχουν αναφερθεί αρκετές φορές ατομικές απώλειες σε πλεόνασμα του 5% για παρατεταμένη, συνεχή άσκηση (Sawka et al, 2005).

Πίνακας 7. Ρυθμοί εφίδρωσης για διάφορα αθλήματα

Αθλημα	Μέσος όρος	Εύρος
	L/hour	
Υδατοσφαίριση	0,55	0,30-0,80
Ποδηλασία	0,80	0,29-1,25
Κρίκετ	0,87	0,50-1,40
Τρέξιμο	1,10	0,54-1,83
Καλαθοσφαίριση	1,11	0,70-1,60
Ποδόσφαιρο	1,17	0,70-2,10
Ράγκμπι	2,06	1,60-2,60
Πηγή: Rehrer and Burke, 1996		

Επιπλέον, στη γραφική παράσταση 7 παρουσιάζεται μία προσέγγιση στους ρυθμούς εφίδρωσης σε δρομείς από ζεστό και υγρό κλίμα σε δροσερό και ξηρό κλίμα (Sawka and Pandolf, 1990).



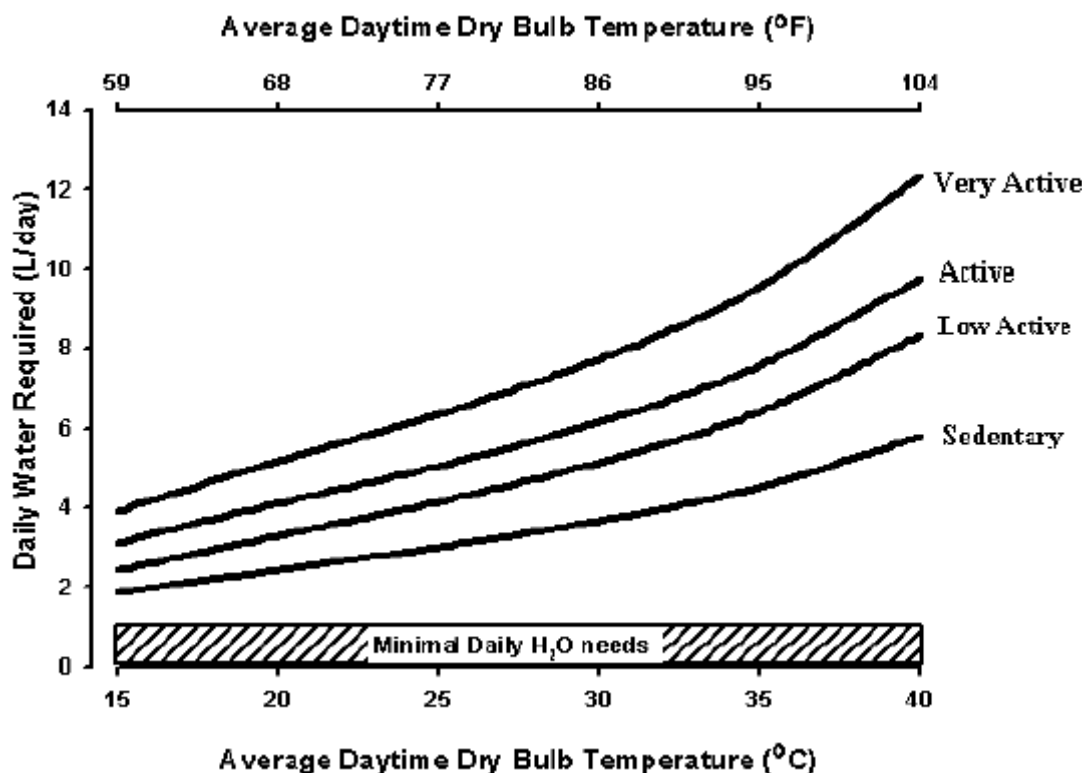
Γραφική παράσταση 7: Ρυθμοί εφίδρωσης σε δρομείς από ζεστό και υγρό κλίμα σε δροσερό και ξηρό κλίμα
Πηγή: Sawka and Pandolf, 1990.

Όπως αναφέρθηκε, η αυξημένη απώλεια νερού είναι ουσιαστικά ισοδύναμη με τις απώλειες του ιδρώτα, ενώ οι αυξημένες αναπνευστικές απώλειες αντισταθμίζονται από την αυξημένη παραγωγή του μεταβολικού νερού. Οι έρευνες που ασχολούνται με την ισορροπία νερού δείχνουν ότι μεταβαίνοντας από την ελάχιστη φυσική δραστηριότητα σε επίπεδα καθιστικής ζωής σε εύκρατο κλίμα αυξάνονται οι ημερήσιες απαιτήσεις νερού από 2,5 σε 3,2 L/day, αντιστοίχως. Έρευνες που ασχολούνται με την ανταλλαγή νερού (water turnover) δείχνουν ότι τα άτομα με πιο υψηλά επίπεδα άσκησης (>60 λεπτά καθημερινής άσκησης) σε σύγκριση με άτομα που ακολουθούν σχετικά καθιστική ζωή (π.χ λιγότερο από 60 λεπτά καθημερινής άσκησης) σε εύκρατο κλίμα έχουν αυξημένες ημερήσιες απαιτήσεις νερού από 3,0 με 4,5 L/day σε άνδρες (Fush et al, 1998; Leiper et al, 1996). Στα υψηλότερα επίπεδα φυσικής δραστηριότητας εμφανίζονται επιπλέον αυξήσεις στις απαιτήσεις νερού, κατά περίπου 7 L/day (Ruby et al, 2002).

Δεδομένα από την NHANES III δείχνουν ότι τα άτομα που αναφέρουν ότι ακολουθούν φυσική δραστηριότητα 5 ή περισσότερες φορές μέσα στη εβδομάδα είχαν μεγαλύτερη μέση πρόσληψη νερού κατά περίπου 0,5 L/day (π.χ 19-30 ετών: άνδρες 3,16-3,78 L/day, γυναίκες 2,60-2,93 L/day) (U.S, NHANES III, 1988-1994). Εφόσον τα άτομα προπονούνται σε θερμό κλίμα, οι ημερήσιες απαιτήσεις σε νερό θα αυξηθούν αξιοσημείωτα. Για φυσικά δραστήρια άτομα που ζουν σε τροπικό κλίμα ή έρημο, οι ημερήσιες απαιτήσεις σε νερό είναι επιπροσθέτως 2 με 7 L/day. Διάφορες αναλύσεις για τις απώλειες νερού σε θερμό κλίμα υποστηρίζουν ότι τα δραστήρια άτομα που συνεχώς βρίσκονται σε έκθεση σε θερμό κλίμα μπορούν να έχουν ημερήσιες απαιτήσεις σε νερό από 6-8 L/day ή περισσότερο (IOM, 2004).

Στη γραφική παράσταση 8 παρουσιάζονται οι ημερήσιες απαιτήσεις υγρών, που βασίστηκαν σε μοντέλα για ενήλικες (υπολογίζοντας 1,0 L για τις ελάχιστες ανάγκες για απώλειες ούρων, αναπνευστικού συστήματος, γαστρεντερικού συστήματος και μη αισθητές) που φορούσαν χαμηλού βάρους ρούχα, ενώ ήταν σε έκθεση σε διάφορες συνθήκες Μέσης Ημερήσιας Ξηρής Θερμοκρασίας (Average Daytime Dry Bulb Temperature), μεταβάλλοντας τα επίπεδα φυσικής τους δραστηριότητας από καθιστική ζωή, χαμηλά επίπεδα δραστηριότητας, δραστήρια και πολύ δραστήρια επίπεδα δραστηριότητας. Για παράδειγμα οι ημερήσιες απαιτήσεις σε νερό για δεδομένη ενεργειακή δαπάνη σε εύκρατο κλίμα (20° C) μπορούν να τριπλασιαστούν σε πολύ θερμό περιβάλλον (40° C). Επιπρόσθετα με τη θερμοκρασία αέρα και άλλοι περιβαλλοντικοί παράγοντες τροποποιούν τις απώλειες ιδρώτα, σε αυτούς τους παράγοντες περιλαμβάνονται η σχετική υγρασία, η κίνηση αέρα, το ηλιακό φορτίο και η επιλογή του ρουχισμού για την προστασία ενάντια στα περιβαλλοντικά στοιχεία. Εν τούτοις, αναμένεται οι απώλειες νερού και

οι ανάγκες σε νερό να μεταβάλλονται αξιοσημείωτα μεταξύ των μετρίως δραστήριων ατόμων, βασιζόμενοι στις αλλαγές εξωτερικών επιρροών (Sawka et al, 1996b).



Γραφική παράσταση 8: Οι ημερήσιες απαιτήσεις υγρών, που βασίστηκαν σε μοντέλα για ενήλικες που ήταν σε έκθεση σε διάφορες συνθήκες Μέσης Ημερήσιας Ξηρής Θερμοκρασίας (Average Daytime Dry Bulb Temperature), μεταβάλλοντας τα επίπεδα φυσικής τους δραστηριότητας από καθιστική ζωή, χαμηλά επίπεδα δραστηριότητας, δραστήρια και πολύ δραστήρια επίπεδα δραστηριότητας. Πηγή: Sawka et al, 1996b.

Η παραγωγή ιδρώτα στα παιδιά είναι αξιοσημείωτα μικρότερη από ότι στους ενήλικες κάτω από τις ίδιες κλιματικές συνθήκες και καταστάσεις δραστηριότητας (Falk, 1998). Αυτή η διαφορά διαφαίνεται ακόμη και όταν ο ρυθμός εφίδρωσης διορθώνεται για το εμβαδόν επιφάνειας δέρματος και δηλώνεται φανερά κατά την εφηβική ηλικία (Falk et al, 1992).

Τα παιδιά μπορούν να αφυδατωθούν κατά τη διάρκεια της άσκησης, ειδικώς όταν αυτή διεξάγεται στη ζέστη. Όπως στους ενήλικες, η αφυδάτωση έχει σαν αποτέλεσμα τη μείωση της μυϊκής δύναμης, της αντοχής και της νοητικής ετοιμότητας. Όταν τους προσφέρεται νερό μετά την άσκηση, τα παιδιά δεν πίνουν αρκετά ώστε να επανυδατωθούν πλήρως, αλλά θα πουν περισσότερο αν τους προσφερθεί νερό με γεύση. Σε πειράματα βρέθηκε, ότι τα παιδιά πίνουν ακόμη περισσότερο, όταν το νερό περιέχει αλάτι ως επιπρόσθετο στη γεύση και εμφανίζεται το αλάτι να διεγείρει τη συμπεριφορά πρόσληψης νερού. Επιπροσθέτως, υπάρχει έρευνα που δείχνει ότι τα πρότυπα πρόσληψης υγρών εγκαθίσταται στην παιδική ηλικία, με αποτέλεσμα να είναι σημαντικό ότι τα παιδιά μπορούν να μουνται στην πρόσληψη ενός εύρους ποτών ώστε να διατηρήσουν μία επαρκή πρόσληψη νερού (Saltmarsh, 2001).

4 Υδάτωση

Η υδάτωση εμπλέκει το σημείο στο οποίο το σώμα αμέσως διαμένει ανάμεσα στις καταστάσεις της ευ-υδάτωσης, υπερ-υδάτωσης και αφυδάτωσης (Armstrong, 2007). Οι διαφορές στη σταθερή κατάσταση της υδάτωσης ονομάζονται υπο-υδάτωση, ευ-υδάτωση ή υπερ-υδάτωση. Εν τούτοις, δεν υπάρχουν παγκοσμίως αποδεκτοί ορισμοί ή εργαστηριακές μέθοδοι που να χαρακτηρίζουν τους διαφορετικούς τύπους της κατάστασης υδάτωσης (Shirreffs, 2000).

Ο όρος ευ-υδάτωση είναι συνώνυμος με τη φράση "φυσιολογικό περιεχόμενο σε σωματικό νερό". Η ευ-υδάτωση δεν οριοθετείται από μία τιμή για το περιεχόμενο σε σωματικό νερό, αλλά μπορεί να παρομοιαστεί με ένα ημιτονοειδές κύμα το οποίο ταλαντεύεται γύρω από έναν μέσο όρο (Opplinger and Bartok, 2002).

Αν και δεν υπάρχει συμφωνία για τον ορισμό του όρου αφυδάτωση, αναφέρεται στην πράξη ως τη μη αναπλήρωση της απώλειας νερού μέσω των ούρων, του ιδρώτα, των κοπράνων και της αναπνοής. Αυτή η πράξη μειώνει το συνολικό σωματικό νερό κάτω από τη μέση βασική τιμή. Η έλλειψη ομόφωνης γνώμης υφίσταται, κατά ένα μέρος, λόγω των φυσιολόγων που χρησιμοποιούν διαφορετικές τεχνικές εκτίμησης της αφυδάτωσης (π.χ. ωσμωτικότητα πλάσματος, ειδικό βάρος ούρων, ή σωματικό βάρος) (Armstrong, 2007).

Η υπο-υδάτωση αναφέρεται σε ελλείψεις του περιεχομένου σε σωματικό νερό πέραν της φυσιολογικής του διακύμανσης και όταν εμφανίζεται κατά τη διάρκεια της άσκησης συνήθως χαρακτηρίζεται ως υπερωσμωτική υποογκοαιμία (διότι ο ιδρώτας είναι υποτονικός σε σύγκριση με το πλάσμα), ενώ ισο-ωσμωτική υποογκοαιμία μπορεί να εμφανιστεί όταν λαμβάνεται κάποια φαρμακευτική αγωγή (π.χ. διουρητικά) ή όταν υπάρχει έκθεση σε κρύο και υποξία (Sawka et al, 2007).

Ο όρος υπερ-υδάτωση αναφέρεται στην κατάσταση, η οποία εμφανίζεται όταν εγχυόμενα στο στομάχι υγρά προσωρινώς αυξάνουν το συνολικό σωματικό νερό πέραν του μέσου βασικού επιπέδου, πριν την μετακίνησή τους από τους νεφρούς (Armstrong, 2007).

5 Επιδράσεις υδάτωσης και φυσική δραστηριότητα

5.1 Φυσιολογία και απόδοση

Τα άτομα συχνά ξεκινούν μία συνεδρία άσκησης με φυσιολογικό σωματικό νερό και αφυδατώνονται κατά τη διάρκεια παρατεταμένης άσκησης. Εν τούτοις, σε μερικά αθλήματα το άτομο ενδέχεται να ξεκινήσει την άσκηση αφυδατωμένο, όπως όταν το διάλειμμα μεταξύ των συνεδριών άσκησης είναι ανεπαρκές για πλήρη επανυδάτωση ή όταν το αρχικό βάρος παίζει σημαντικό ρόλο. Για παράδειγμα, σε αθλήματα με κατηγορίες βάρους (π.χ πυγμαχία, άρση βαρών, πάλη) τα άτομα μπορεί να αφυδατώνονται με σκοπό να αγωνιστούν σε κατηγορίες χαμηλότερου βάρους (Clark et al, 2004). Επιπροσθέτως, κάποια άτομα πραγματοποιούν διπλή προπόνηση μέσα στην ημέρα ή παρατεταμένες καθημερινές συνεδρίες άσκησης σε θερμό κλίμα, επομένως μπορεί να μεταφέρουν ένα έλλειμμα υγρών από προηγούμενη προπόνηση στην επόμενη (Godek et al, 2005). Τελικώς, τα άτομα που λαμβάνουν διουρητικά μπορεί να είναι αφυδατωμένα πριν την έναρξη της άσκησης. Το έλλειμμα νερού, χωρίς ανάλογη απώλεια χλωριούχου νατρίου, είναι η πιο κοινώς παρατηρούμενη αφυδάτωση κατά τη διάρκεια της άσκησης στη ζέστη (Sawka and Coyle, 1999). Εάν μεγάλα ελλείμματα χλωριούχου νατρίου επιτευχθούν κατά τη διάρκεια της άσκησης τότε ο εξωκυττάριος όγκος υγρών θα συσταλθεί και θα προκληθεί "αφυδάτωση από την αποβολή χλωριούχου νατρίου". Ασχέτως της μεθόδου αφυδάτωσης, για οποιοδήποτε έλλειμμα νερού, υπάρχει ομοιότητα στην αλλαγή της φυσιολογικής λειτουργίας και τις συνέπειες της άσκησης (Sawka and Coyle, 1999).

Τα άτομα που ξεκινούν να ασκούνται με ένα έλλειμμα υγρών δεν θα αποδίδουν/προπονούνται τόσο καλά όσο όταν είναι πλήρως υδατωμένα. Αυτό έχει αποδειχθεί ότι είναι αληθές είτε το έλλειμμα των υγρών εμφανίζεται λόγω παρατεταμένης άσκησης σε θερμό κλίμα ή λόγω παθητικής έκθεσης στη ζέστη ή λόγω διουρητικής θεραπείας (Maughan, 2003). Μία χειρότερηση στην απόδοση παρατηρείται είτε η άσκηση λήγει σε λίγα λεπτά, είτε είναι περισσότερο παρατεταμένη, εν τούτοις η μυϊκή δύναμη είναι σχετικά ανεπηρέαστη και οι συνεδρίες με μεγάλη αερόβια σύσταση επηρεάζονται σε μεγαλύτερο βαθμό από αυτές που στηρίζονται πρωταρχικώς στον αναερόβιο μεταβολισμό (Sawka and Pandolph, 1990).

Η αφυδάτωση κατά τη διάρκεια της άσκησης μειώνει την απόδοση της άσκησης μέσω αλληλοσχετιζόμενων μηχανισμών που εμπλέκουν την αυξημένη καρδιαγγειακή επιβάρυνση, που οφείλεται στην υπερθερμία και στο μειωμένο όγκο αίματος, όπως και τα άμεσα αποτελέσματα της υπερθερμίας στο μυϊκό μεταβολισμό και τη νευρολογική λειτουργία (Gonzalez-Alonso and Calbet, 2003). Η αφυδάτωση και η υπερθερμία έχουν προφανή αποτελέσματα στη μείωση του όγκου παλμού και τη μυϊκή αιματική ροή, μειώνοντας τη μεταφορά οξυγόνου στον ασκούμενο σκελετικό μυ (Coyle, 2004). Ο Hargreaves και οι συνεργάτες του (1996) παρατήρησαν ότι η αφυδάτωση αυξάνει τη χρησιμοποίηση του μυϊκού γλυκογόνου κατά τη διάρκεια συνεχιζόμενης

άσκησης, πιθανώς ως αποτέλεσμα της αυξημένης θερμοκρασίας πυρήνα, της μειωμένης μεταφοράς οξυγόνου και/ ή των αυξημένων κατεχολαμινών (Coyle, 2004).

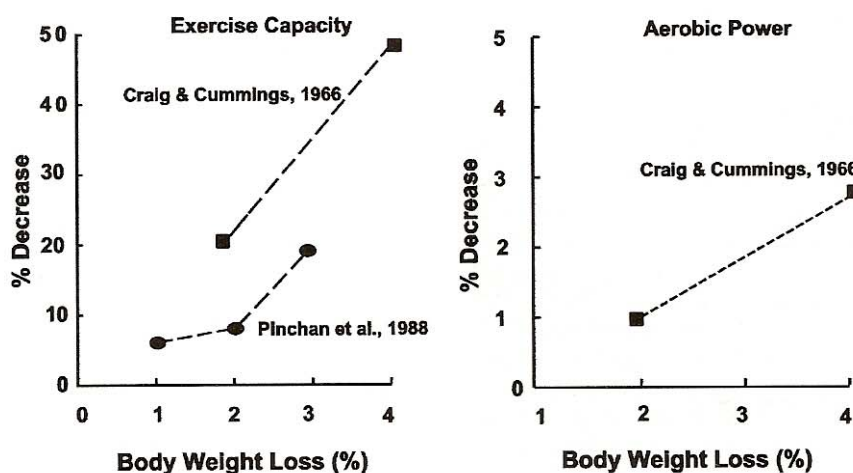
Η αφυδάτωση αυξάνει το φυσιολογικό στρες, όπως αξιολογείται από τις αποκρίσεις στη θερμοκρασία πυρήνα, στην καρδιακή συχνότητα και στην αντιλαμβανόμενη προσπάθεια κατά τη διάρκεια θερμικού στρες από την άσκηση (Sawka and Coyle, 1999). Όσο μεγαλύτερο είναι το έλλειμμα σωματικού νερού τόσο μεγαλύτερη η αύξηση στο φυσιολογικό στρες για μία συγκεκριμένη συνεδρία άσκησης (Montain et al 1995). Αφυδάτωση >2% του σωματικού βάρους μειώνει την απόδοση στην αερόβια άσκηση και στη γνωστική/ νοητική λειτουργία σε εύκρατο, θερμό, ζεστό περιβάλλον. Μεγαλύτερα επίπεδα αφυδάτωσης θα μειώσουν επιπλέον την απόδοση στην αερόβια άσκηση (Sawka et al, 2007). Το κρίσιμο έλλειμμα νερού (>2% του σωματικού βάρους για τα περισσότερα άτομα) και το μέγεθος της μείωσης της απόδοσης είναι πιθανόν να συσχετίζονται με τη θερμοκρασία περιβάλλοντος, τη συνεδρία της άσκησης και τα μοναδικά βιολογικά χαρακτηριστικά του ατόμου (π.χ ανοχή στην αφυδάτωση). Παρόλα αυτά, μερικά άτομα είναι περισσότερο ή λιγότερο ανεκτικά στην αφυδάτωση (Cheuvront et al, 2005). Η αφυδάτωση (3-5% του σωματικού βάρους) πιθανώς να μην μειώνει την μυϊκή δύναμη (Evetovich et al, 2002; Greive et al, 1998) ή την αναερόβια απόδοση (Cheuvront et al, 2006). Η ικανότητα παραγωγής έργου μειώνεται από την αφυδάτωση με μεγαλύτερη επίδραση όταν συνυπάρχει θερμικό στρες (IOM, 2004).

Σε μία έρευνα αφυδάτωσης σε παιδιά, σε ποσοστό απώλειας 1 και 2% του σωματικού βάρους, παρατηρήθηκε μία μεγαλύτερη αύξηση στη θερμοκρασία πυρήνα σώματος από ότι θα αναμενόταν να παρατηρηθεί σε ενήλικες που ασκούνται σε ζεστό κλίμα (Bar-Or O et al, 1980). Ως εκ τούτου, τα παιδιά μπορεί να έχουν μεγαλύτερες αρνητικές επιδράσεις στην απόδοση, από το ίδιο μέγεθος αφυδάτωσης κατά τη διάρκεια θερμικού στρες, από ότι οι ενήλικες (IOM, 2004).

Οι φυσιολογικοί παράγοντες που συνεισφέρουν στη μείωση της απόδοσης της αερόβιας άσκησης λόγω αφυδάτωσης είναι η αυξημένη θερμοκρασία πυρήνα, η αυξημένη καρδιαγγειακή επιβάρυνση, η αυξημένη χρησιμοποίηση γλυκογόνου, η αλλαγή στη μεταβολική λειτουργία και πιθανώς η αλλαγή στη λειτουργία του κεντρικού νευρικού συστήματος (Nybo and Nielsen, 2001; Sawka and Coyle, 1999; Sawka and Young, 2005). Αν και κάθε παράγοντας είναι μοναδικός, η έρευνα προτείνει ότι οι παράγοντες αλληλεπιδρούν ώστε να συνεισφέρουν μαζί, παρά ανεξάρτητα, στη μείωση της απόδοσης της αερόβιας άσκησης (Cheuvront et al, 2004; Sawka and Coyle, 1999; Sawka and Young, 2005). Η σχετική συνεισφορά του κάθε παράγοντα μπορεί να διαφέρει λόγω εξάρτησης από το είδος της φυσικής δραστηριότητας, τις περιβαλλοντικές συνθήκες, το επίπεδο θερμοεγκλιματισμού και τον αθλητή, αλλά η αυξημένη υπερθερμία πιθανώς να δρα επιτείνοντας τη μείωση της απόδοσης. Η γνωστική/νοητική λειτουργία, η οποία είναι σημαντική όπου απαιτείται συγκέντρωση και στα μαθήματα

εκπαίδευσης, μειώνεται συνήθως από την αφυδάτωση και την υπερθερμία (Hancock and Vasmatazidis, 2003; Rodahl, 2003). Η έρευνα είναι ισχυρότερη για την αρνητική επίδραση της υπερθερμίας από αυτή της μέτριας αφυδάτωσης στη μείωση της γνωστικής/νοητικής λειτουργίας (Cian et al, 2000), αλλά είναι στενά συνδεδεμένες όταν πραγματοποιείται προπόνηση άσκησης σε θερμό-ζεστό κλίμα.

Στην εικόνα 2 παρουσιάζεται η σχέση μεταξύ του βαθμού υπο-υδάτωσης και της ικανότητας παραγωγής έργου, και της μείωσης στη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (VO_{2max}) κατά τη διάρκεια έκθεσης στη ζέστη (Craig and Cummings, 1996; Pinchan et al, 1988).



Εικόνα 2: Στη 1^η γραφική παράσταση (αριστερά) απεικονίζεται η σχέση μεταξύ του βαθμού υπο-υδάτωσης (Body Weight Loss %) και της μείωσης της ικανότητας παραγωγής έργου (Exercise Capacity) και στη 2^η γραφική παράσταση (δεξιά) απεικονίζεται η σχέση μεταξύ του βαθμού υπο-υδάτωσης (Body Weight Loss %) και της μείωσης στην αερόβια ικανότητα (Aerobic Power) κατά τη διάρκεια έκθεσης στη ζέστη. Πηγή: Sawka and Young, 2000.

Η υπερ-υδάτωση μπορεί να επιτευχθεί από την υπερβολική κατανάλωση υγρών σε συνδυασμό με ένα παράγοντα που δεσμεύει νερό μέσα στο σώμα (Freund et al, 1995; Greenleaf et al, 1998). Αυτοί οι παράγοντες δέσμευσης περιλαμβάνουν τη γλυκερόλη και τα υπερτονικά ποτά, που επάγουν την υπερ-υδάτωση για ποικίλες διάρκειες. Επίσης, όταν προσλαμβάνεται γλυκερόλη υπάρχει κίνδυνος εμφάνισης παρενεργειών, όπως πονοκέφαλος και γαστρεντερικές ενοχλήσεις (Casa et al, 2000). Η υπερ-υδάτωση θα διεγείρει την παραγωγή ούρων και το σωματικό νερό ραγδαίως θα επιστρέψει στην ευ-υδάτωση, μέσα σε μερικές ώρες (Freund et al, 1995; O'Brien et al, 2005; Shirreffs and Maughan, 1998). Παρά ταύτα, ο μηχανισμός εξισορρόπησης (παραγωγή ούρων) είναι λιγότερο αποτελεσματικός κατά τη διάρκεια της άσκησης και υπάρχει ο κίνδυνος εμφάνισης της αραιωτικής υπονατριαιμίας (Zambraski et al, 2005). Ομοίως, η υπερκατανάλωση υγρών με τους παράγοντες δέσμευσης νερού (γλυκερόλη και υπερτονικά ποτά) που επάγουν την υπερ-υδάτωση θα αυξήσουν την παραγωγή ούρων πέραν των

φυσιολογικών επιπέδων. Η υπερ-υδάτωση δεν προάγει κάποια πλεονεκτήματα θερμορύθμισης (Latzka et al, 1997), αλλά μπορεί να καθυστερήσει την εμφάνιση αφυδάτωσης (Latzka et al, 1998) και είναι υπεύθυνη για οποιαδήποτε μικρά πλεονεκτήματα απόδοσης, τα οποία αναφέρονται ενίοτε (Greenleaf et al, 1997; Kavouras et al, 2005).

Μερικές έρευνες έχουν εξετάσει εάν η υπερ-υδάτωση βελτιώνει την απόδοση ή την ανοχή στη ζέστη. Οι Blyth and Burt (1961) ήταν οι πρώτοι που ανέφεραν τις επιδράσεις της υπερ-υδάτωσης στην απόδοση κατά τη διάρκεια άσκησης, υπό την κατάσταση θερμικού στρες. Οι εθελοντές τους έτρεχαν μέχρι εξαντλήσεως σε ένα ζεστό κλίμα, όταν ήταν φυσιολογικά ενυδατωμένοι, όπως επίσης όταν ήταν υπερ-υδατωμένοι, πίνοντας 2 L υγρών για 30 λεπτά πριν την άσκηση. Όταν υπερ-υδατώθηκαν, 13 από τους 18 εθελοντές έτρεξαν μέχρι εξαντλήσεως περισσότερο σε σύγκριση με το χρόνο τους προς εξάντληση όταν ήταν φυσιολογικά ενυδατωμένοι. Ο μέσος χρόνος προς εξάντληση όταν ήταν υπερ-υδατωμένοι σε σύγκριση με όταν ήταν φυσιολογικά ενυδατωμένοι (17,3 έναντι 16,9 λεπτά) δεν ήταν στατιστικά σημαντική. Σε μία άλλη έρευνα, οι εθελοντές ασκούσαν μέχρι εξαντλήσεως κατά τη διάρκεια θερμικού στρες όταν αρχικώς ήταν ευ-υδατωμένοι (ομάδα ελέγχου) ή υπερ-υδατωμένοι (αύξηση συνολικού σωματικού νερού κατά 1,5 L). Η υπερ-υδάτωση με νερό δεν επέκτεινε το χρόνο αντοχής πέραν από αυτόν που φάνηκε στην ομάδα ελέγχου (ευ-υδατωμένοι) σε αυτή την έρευνα (Latzka et al, 1998).

5.2 Υγεία και απόδοση

Στα άτομα μπορούν να εμφανιστούν προβλήματα υγείας από την αφυδάτωση ή την υπερκατανάλωση υγρών (κατανάλωση όγκων μεγαλύτερων από τις απώλειες ιδρώτα). Γενικώς, η αφυδάτωση είναι πιο κοινή, αλλά η υπερκατανάλωση υγρών με τη συμπτωματική υπονατριαιμία είναι περισσότερο επικίνδυνη. Η αφυδάτωση μπορεί να χειροτερεύσει την απόδοση στην άσκηση, να συνεισφέρει στη σοβαρή θερμική ασθένεια και να αυξήσει τη συμπτωματική ραβδομυόλυση από την προσπάθεια, ενώ η υπονατριαιμία που σχετίζεται με την άσκηση μπορεί να προάγει βαριά ασθένεια ή θάνατο (Sawka et al, 2007).

Θερμικές διαταραχές: Η αφυδάτωση αυξάνει τον κίνδυνο για θερμική εξάντληση (McLellan et al, 1997; Sawka et al, 1992) και είναι παράγοντας κινδύνου για θερμοπληξία (Carter et al, 2005). Η θερμοπληξία σχετίζεται με άλλους παράγοντες, όπως είναι η έλλειψη θερμοεγκλιματισμού, τα φάρμακα, η γενετική προδιάθεση και η ασθένεια (Carter et al, 2005a; Eichner, 2005). Αφυδάτωση παρουσιάστηκε σε 17% των ασθενών με θερμοπληξία στο στρατιωτικό νοσοκομείο των ΗΠΑ σε περίοδο 22 χρόνων (Carter et al, 2005). Από τα 82 περιστατικά θερμοπληξίας στους στρατιώτες του Ισραήλ, η αφυδάτωση ήταν παρούσα στο 16% των περιστατικών (Epstein et al, 1999). Οι ιατροί που παρακολουθούν αθλητές Αμερικανικού

ποδοσφαίρου κατά τη διάρκεια καλοκαιρινής προπόνησης, έχουν παρατηρήσει ότι η αφυδάτωση, που μερικές φορές επιδεινώνεται από τον εμετό, σχετίζεται με την εμφάνιση θερμοπληξίας (Eichner, 2005; Roberts, 2004). Επιπροσθέτως, η αφυδάτωση έχει συσχετιστεί με μειωμένη καρδιακή σταθερότητα (Carter et al, 2005b), με αλλαγμένο κρανιακό όγκο (Dickson et al, 2005) και με μειωμένη ταχύτητα εγκεφαλικής αιματικής ροής, που ανταποκρίνεται στην ορθοστατική απαίτηση (Carter et al, 2006).

Οι μυϊκές κράμπες πιστεύεται ότι σχετίζονται με την αφυδάτωση, τις ηλεκτρολυτικές ελλείψεις και τη μυϊκή κόπωση, και είναι συχνές σε αθλητές Αμερικανικού ποδοσφαίρου που δεν είναι θερμοεγκλιματισμένοι, σε αγώνες τένις, στους μεγάλους αγώνες ποδηλασίας, στο τρίαθлон σε τροπικά κλίματα, στο ποδόσφαιρο και στο βόλεϊ στην παραλία. Επίσης, οι μυϊκές κράμπες μπορεί να εμφανιστούν σε χειμερινές δραστηριότητες, σε αθλητές σκι και τερματοφύλακες του χόκεϊ σε πάγο. Άτομα επιρρεπή στις μυϊκές κράμπες θεωρούνται αυτά που ιδρώνουν πάρα πολύ και έχουν μεγάλες απώλειες νατρίου στον ιδρώτα (Bergeron, 2003; Stofan et al, 2001). Οι αθλητές του τρίαθλου εμφανίζουν μυϊκές κράμπες, παρά ταύτα, έχουν αναφέρει ότι δεν έχουν κλινικά σημαντικά διαφορετικές συγκεντρώσεις ηλεκτρολυτών ορού σε σύγκριση με τους συναθλητές τους χωρίς κράμπες (Sulzer et al, 2005).

Ραβδομυόλυση: Η Ραβδομυόλυση είναι πιο συχνά παρατηρούμενη μαζί με σφοδρή υπερπροσπάθεια. Η κλινική έρευνα προτείνει ότι η αφυδάτωση μπορεί να αυξήσει τις συνέπειες της ραβδομυόλυσης. Για παράδειγμα, φαίνεται πως η αφυδάτωση αυξάνει την πιθανότητα ή τη σοβαρότητα οξείας νεφρικής ανεπάρκειας που σχετίζεται με τη ραβδομυόλυση (Brown, 2004; Sayers and Clarkson, 2002). Μεταξύ των Αμερικανών στρατιωτών που νοσηλεύτηκαν για σοβαρές θερμικές διαταραχές και πιθανώς εμφάνισαν μεγάλες απώλειες υγρών και ηλεκτρολυτών, το 25% αυτών είχε ραβδομυόλυση και το 13% αυτών είχε οξεία νεφρική ανεπάρκεια (Carter et al, 2005a).

Έπειτα από αξιολόγηση περιστατικών ραβδομυόλυσης λόγω προσπάθειας αποδείχθηκε ότι η αφυδάτωση, σε συνδυασμό με θερμικό στρες και με προπόνηση σε μη προπονημένα άτομα, μπορεί να προάγει σοβαρά προβλήματα υγείας. Το 1998, στην Αστυνομική Ακαδημία της Μασαχουσέτης, 50 μαθητευόμενοι εκτελούσαν πολυάριθμες ασκήσεις γυμναστικής και γυμνάσια με τρέξιμο σε ζεστό καιρό κατά τη διάρκεια των πρώτων ημερών προπόνησης, με περιορισμένη πρόσληψη νερού (Goodman et al, 1990). Ένας δόκιμος, ο οποίος λιποθύμησε από θερμικό στρες ενώ έτρεχε, νοσηλεύτηκε και απαιτήθηκε αιμοδιάλυση για οξεία νεφρική ανεπάρκεια, προκαλούμενη από ραβδομυόλυση. Ο δόκιμος αργότερα πέθανε από οξεία νεφρική ανεπάρκεια, ενώ έξι έκαναν αιμοδιάλυση για οξεία νεφρική ανεπάρκεια. Πράγματι και οι 50 δόκιμοι είχαν κάποιας μορφής ραβδομυόλυση (όπως ορίστηκε από την κρεατινική κίνηση ορού > 10 φορές από το φυσιολογικό) (Goodman et al, 1990).

Υπονατριαιμία λόγω άσκησης: Η υπονατριαιμία λόγω άσκησης αναφέρθηκε πρώτη φορά σε μαραθώνιο (Dancaster and Whereat, 1971). Αργότερα, η υπονατριαιμία λόγω άσκησης αναφέρθηκε σε δρομείς αντοχής (Noakes et al, 1985) και από εκείνη τη χρονική στιγμή ένας αριθμός από συμμετέχοντες σε ποικίλες επαγγελματικές και ψυχαγωγικές δραστηριότητες νοσηλεύτηκε για αυτή την κατάσταση και μερικοί από αυτούς πέθαναν (Levine and Thompson, 2005; Murray and Eichner, 2004). Η συμπτωματική υπονατριαιμία μπορεί να εμφανιστεί όταν το νάτριο πλάσματος πέσει ταχέως σε ~130 mmol/L και κάτω. Όσο πιο χαμηλά πέφτει το νάτριο πλάσματος, με γρήγορο ρυθμό και όσο περισσότερο χρόνο παραμένει χαμηλό, τόσο μεγαλύτερος είναι ο κίνδυνος εμφάνισης εγκεφαλοπάθειας και πνευμονικού οιδήματος. Μερικά άτομα έχουν επίπεδα νατρίου πλάσματος επιβίωσης τόσο χαμηλά όσο 109 mmol/L και άλλα άτομα έχουν πεθάνει με αρχικά επίπεδα πάνω από 120 mmol/L. Με νάτριο πλάσματος <125 mmol/L τα συμπτώματα γίνονται πιο έντονα. Τέτοια συμπτώματα είναι ο πονοκέφαλος, ο εμετός, τα πρησμένα χέρια και πόδια, η ταραχή, η κόπωση, η σύγχυση και ο αποπροσανατολισμός (λόγω προοδευτικής εγκεφαλοπάθειας) και η ασθματική αναπνοή (λόγω πνευμονικού οιδήματος). Όταν το νάτριο πλάσματος είναι κάτω από 120 mmol/L, οι πιθανότητες αυξάνουν για σοβαρό εγκεφαλικό οίδημα, αναπνευστικό πρόβλημα και θάνατο (Murray and Eichner, 2004).

Στους παράγοντες που συνεισφέρουν στην εμφάνιση υπονατριαιμίας περιλαμβάνονται η υπερκατανάλωση υποτονικών υγρών και η υπερβολική απώλεια συνολικού νατρίου σώματος (Montain et al, 2006). Στους δρομείς μαραθωνίου η συμπτωματική υπονατριαιμία είναι περισσότερο πιθανό να εμφανιστεί στα μικρότερα και λιγότερα ισχνά άτομα που τρέχουν βραδέως, ιδρώνουν λιγότερο και πίνουν πολύ νερό και υποτονικά υγρά πριν, κατά τη διάρκεια και μετά τον αγώνα (Almond et al, 2005; Hew et al, 2003). Σύμφωνα με κλινικές παρατηρήσεις σε τρίαθλο σε τροπικό κλίμα μερικοί συμμετέχοντες μπορεί να είχαν αφυδατωθεί και να ήταν υπονατριαιμικοί (O'Toole et al, 1995). Άτομα με γονίδια για κυστική ίνωση συνήθως έχουν μεγαλύτερες απώλειες νατρίου από τον ιδρώτα και υψηλότερη πιθανότητα εμφάνισης υπονατριαιμίας κατά την άσκηση (Smith et al, 1995). Γενικώς, η συμπτωματική υπονατριαιμία σε αγώνες που λήγουν σε <4 ώρες προκαλείται από την υπερκατανάλωση υγρών πριν, κατά τη διάρκεια και κάποιες φορές μετά τον αγώνα (Montain et al. 2006). Σε μεγαλύτερους αγώνες υπερ-αντοχής, οι απώλειες νατρίου μπορεί να προάγουν την υπονατριαιμία σε επίπεδα που σχετίζονται με την εμφάνιση των συμπτωμάτων, ασχέτως αν το άτομο είναι υπέρ ή υπο-υδατωμένο.

Η υπονατριαιμία λόγω άσκησης εμφανίζεται κατά περίπτωση σε παίκτες του Αμερικανικού ποδοσφαίρου και του τένις, οι οποίοι πίνουν πολύ νερό για να προλάβουν ή να προσπαθήσουν να προλάβουν τις θερμικές κρίμπες, ή όταν σε ένα παίκτη με κρίμπα εγχύεται ενδοφλεβίως

υποτονικό υγρό (Dimeff, 2006). Σε συμφωνία με αυτό, η υπονατριαιμία λόγω νοσηλείας έχει συσχετισθεί με στρατιώτες, στους οποίους διεγνώσθη λανθασμένα ότι υπέφεραν από αφυδάτωση (όμοια συμπτώματα όπως πονοκέφαλος, κόπωση) και συνακολούθως οδηγήθηκαν σε πρόσληψη μεγάλων όγκων νερού (O'Brien et al, 2001).

6 Αφυδάτωση

Αν και δεν υπάρχει συμφωνία για τον ορισμό του όρου αφυδάτωση, αναφέρεται στην πράξη ως τη μη αναπλήρωση της απώλειας νερού μέσω των ούρων, του ιδρώτα, των κοπράνων και της αναπνοής. Αυτή η πράξη μειώνει το συνολικό σωματικό νερό κάτω από τη μέση βασική τιμή. Η έλλειψη ομόφωνης γνώμης υφίσταται, κατά ένα μέρος, λόγω των φυσιολόγων που χρησιμοποιούν διαφορετικές τεχνικές εκτίμησης της αφυδάτωσης (π.χ. οσμωτικότητα πλάσματος, ειδικό βάρος ούρων, ή σωματικό βάρος) (Armstrong, 2007).

6.1 Συμπτώματα αφυδάτωσης

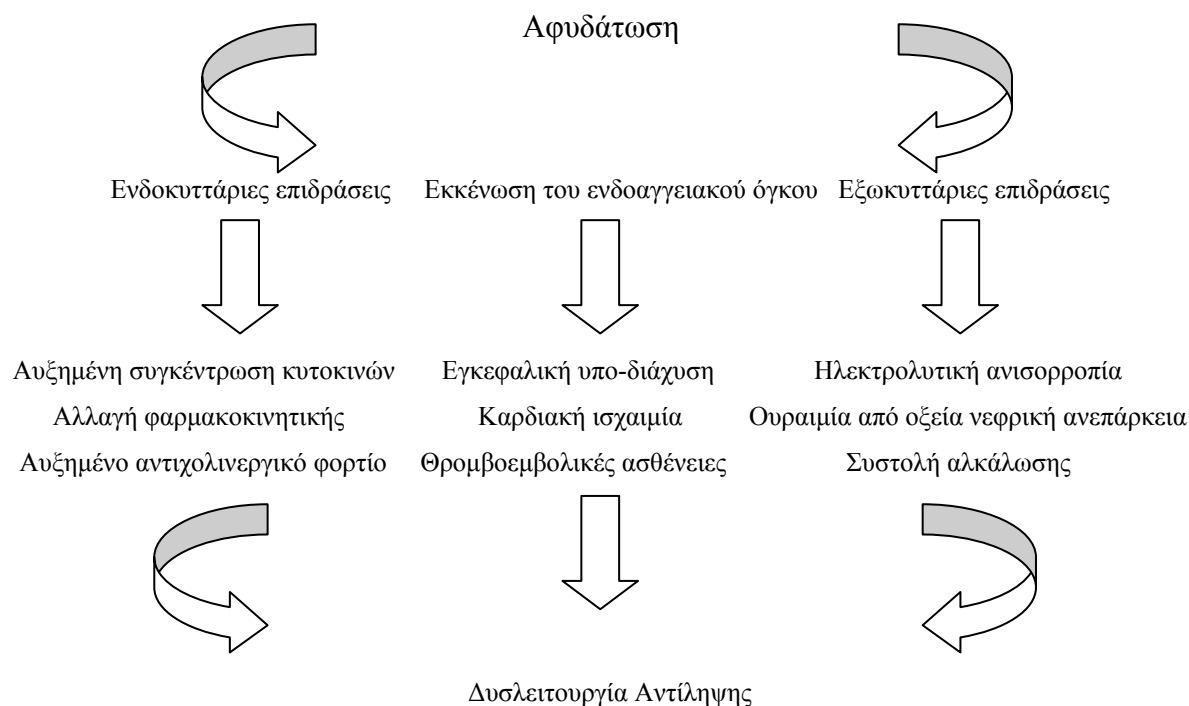
Η αφυδάτωση σχετίζεται με ένα σύνολο αρνητικών συνεπειών για την υγεία και την ποιότητα ζωής. Ο χρόνιος μέτριος περιορισμός υγρών θα επηρεάσει την υγεία, αλλά υπάρχουν περιορισμένες έρευνες που να αποδεικνύουν την κλινική εκτίμηση. Η σοβαρή αφυδάτωση είναι ξεκάθαρα επιζήμια για την υγεία και σχετίζεται με μειωμένη καρδιαγγειακή λειτουργία, νεφρική χειροτέρευση, αδυναμία και κούραση και με ένα αριθμό συμπτωμάτων, όπως ο πονοκέφαλος, η ναυτία και η αδιαθεσία (Maughan, 2003).

Η κλινική αφυδάτωση συχνά παρατηρείται σε γηριατρική νοσοκομείων (σε περίπου 5% των ασθενών) και σχετίζεται με ποικίλα συμπτώματα (Ritz and Berrut, 2005). Γενικώς, οι πληθυσμοί που βρίσκονται σε ιδιαίτερο κίνδυνο εμφάνισης αφυδάτωσης και των επακόλουθών της περιλαμβάνουν τους πολύ νέους και τους ηλικιωμένους (Maughan, 2003). Κάποια από τα συμπτώματα αντανακλούν τη χαμηλή ενδοαγγειακή σύσταση νερού (π.χ. χαμηλή αρτηριακή πίεση, ταχυκαρδία), κάποια είναι συνδεδεμένα με τη χειροτέρευση της λειτουργικής κατάστασης (π.χ. σύγχυση, κώμα, νεφρική ανεπάρκεια, μυϊκή αδυναμία) και κάποια είναι στενά συνδεδεμένα με την απώλεια νερού από ιστό. Κάποια άλλα συμπτώματα δεν είναι ειδικά στην αφυδάτωση (π.χ. αδιαθεσία, ναυτία, πονοκέφαλος) (Ritz and Berrut, 2005).

Στη συνέχεια θα αναφερθούμε στην αφυδάτωση και σε καθένα από τα συμπτώματα ξεχωριστά που προκαλεί στην υγεία.

Λειτουργία αντίληψης: Αναγνωρίζοντας τις κλινικές συνέπειες της σοβαρής αφυδάτωσης στη λειτουργία αντίληψης αντιλαμβανόμαστε πόσο σημαντική είναι η διατήρηση ιδανικών επιπέδων υδάτωσης. Κάποιες από τις κλινικές συνέπειες της αφυδάτωσης είναι το αποτέλεσμα της υποογκοαιμίας και της ακόλουθης εγκεφαλικής υπο-διάχυσης (Wilson and Morley, 2003).

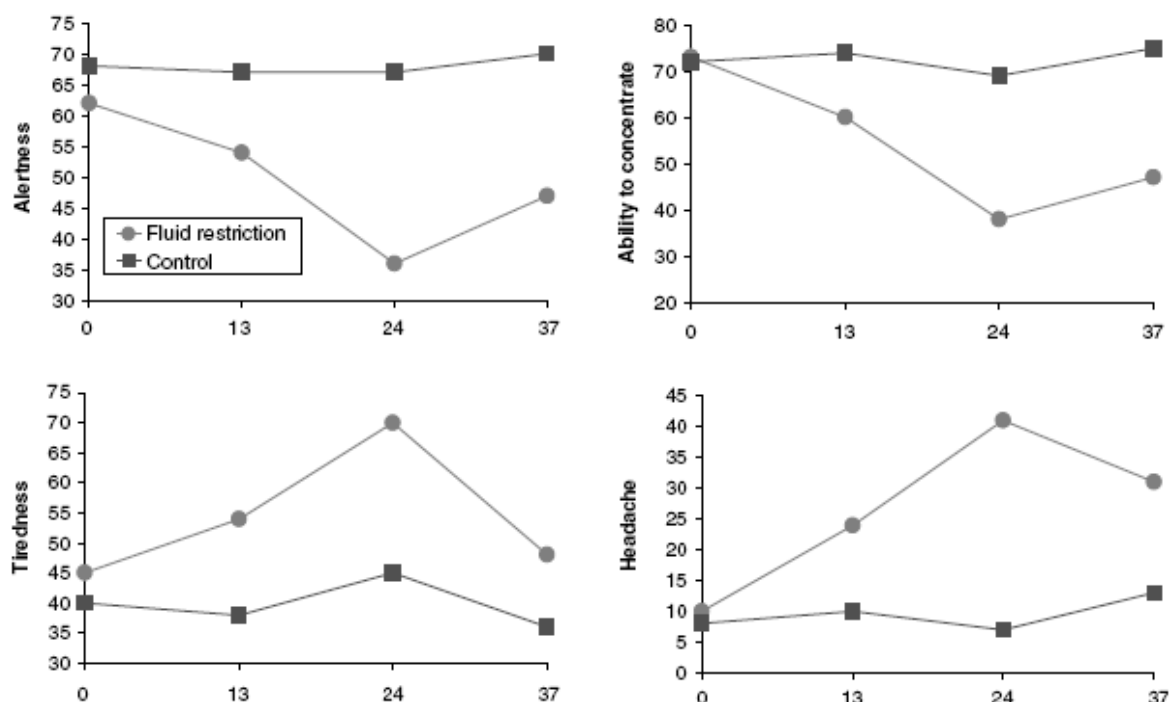
Στην εικόνα 3 παρουσιάζονται οι μεταβολές που πραγματοποιούνται στις λειτουργίες του οργανισμού λόγω της αφυδάτωσης και που έχουν ως συνέπεια τη δυσλειτουργία της αντίληψης.



Εικόνα 3: Οι μεταβολές που πραγματοποιούνται στις λειτουργίες του οργανισμού λόγω της αφυδάτωσης και που έχουν ως συνέπεια τη δυσλειτουργία της αντίληψης. Πηγή: Wilson and Morley, 2003.

Η αφυδάτωση κατά 2,7% του σωματικού βάρους, από την έκθεση στον ήλιο ή την άσκηση, έχει φανεί να μειώνει σημαντικά την ετοιμότητα, τη συγκέντρωση, την απόδοση και τη βραχύχρονη μνήμη και να αυξάνει την κόπωση και τους πονοκεφάλους στους υγιείς νεαρούς ενήλικες. Ενώ, η ικανότητα σύγκρισης και η μακρόχρονη μνήμη δεν φαίνεται να επηρεάζονται από την οξεία αφυδάτωση (Ritz and Berrut, 2005).

Στην εικόνα 4 παρουσιάζεται η εκτίμηση των υποκειμενικών συμπτωμάτων που παρατηρούνται λόγω της μέτριας υπο-υδάτωσης, που είναι αποτέλεσμα του περιορισμού των υγρών. Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στην εικόνα 4 είναι μέρος της έρευνας που διεξήχθη από την Shirreffs και τους συνεργάτες της. Στην έρευνα αυτή έλαβαν μέρος 15 υγιείς ενήλικες και συμμετείχαν σε δύο δοκιμές: στη μία δοκιμή η πρόσληψη υγρών περιορίστηκε για 37 ώρες, ενώ στην άλλη δοκιμή επιτράπηκε φυσιολογική πρόσληψη υγρών (δοκιμή ελέγχου). Η απώλεια μάζας σώματος ήταν 2,68% στη δοκιμή περιορισμού της πρόσληψης υγρών και 0,58% στη δοκιμή ελέγχου. Τα άτομα που είχαν περιορισμό στην πρόσληψη υγρών ένιωσαν περισσότερο διψασμένοι και είχαν μεγαλύτερη αίσθηση ξηρότητας του στόματος. Επίσης, σε αυτά τα άτομα τα αισθήματα πονοκεφάλου και κόπωσης ήταν σημαντικά μεγαλύτερα και η συγκέντρωση και η ετοιμότητα ήταν σημαντικά χειροτερευμένες (Shirreffs et al, 2004b).



Εικόνα 4: Εκτίμηση των υποκειμενικών συμπτωμάτων που παρατηρούνται λόγω μέτριας υπο-υδάτωσης. Πηγή: Shirreffs et al, 2004b.

Υπάρχουν αρκετές έρευνες που αποδεικνύουν ότι η αφυδάτωση είναι συχνός παράγοντας οξείας σύγχυσης, ιδίως στα πολύ νεαρά και πολύ μεγάλα άτομα (Wilson and Morley, 2003).

Έχουν αναπτυχθεί ορμονικές θεωρίες που συνδέονται με τη χειροτέρευση της αντίληψης και την αφυδάτωση. Κάποιες έρευνες προτείνουν ότι η προσταγλαδίνη E παίζει σημαντικό ρόλο στη ρύθμιση της απελευθέρωσης αντιδιουρητικής ορμόνης κατά την αφυδάτωση (ουσιαστικά παρατηρείται αύξηση της αντιδιουρητικής ορμόνης) (Leskell, 1976; Weitzman and Kleeman, 1979). Σύμφωνα με την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας των Wilson και Morley (2003) η αφυδάτωση προάγει την αύξηση της κορτιζόλης πλάσματος, η οποία επιστρέφει στα φυσιολογικά επίπεδα μετά την επανυδάτωση. Η αύξηση της κορτιζόλης τείνει να χειροτερεύει την δραστηριότητα της μάθησης και τη βραχύχρονη μνήμη. Αυτές οι συνέπειες παρατηρούνται όταν τα γλυκοκορτικοειδή χρησιμοποιούνται σε δόσεις που περιέχονται σε φάρμακα. Επίσης, αναφέρεται ότι η συνθάση του νιτρικού οξέος (NO) παίζει σημαντικό ρόλο στους κεντρικούς μηχανισμούς ομοιόστασης, που ρυθμίζουν την ισορροπία υγρών, είναι παρούσα σε αρκετά μέρη του εγκεφάλου και έχει θετική επίδραση στη μακρόχρονη μνήμη (Salemme et al, 1996). Επιπροσθέτως, έχει φανεί ότι λόγω της μειωμένης παραγωγής του NO σε μεγαλύτερης ηλικίας ποντίκια, το NO παίζει ρόλο στη χειροτέρευση της μνήμης λόγω ηλικίας (Noda et al, 1997).

Καρδιαγγειακή λειτουργία: Η αφυδάτωση φαίνεται να επιβαρύνει την καρδιαγγειακή λειτουργία, λόγω του ότι για κάθε 1% απώλεια του σωματικού βάρους που οφείλεται στην αφυδάτωση, η καρδιακή συχνότητα αυξάνει κατά 5-8 χτύπους/ λεπτό και η καρδιακή παροχή

μειώνεται σημαντικά, ενώ η θερμοκρασία πυρήνα επίσης αυξάνεται κατά 0,2-0,3° C (Cheuvront, 2001; Cheuvront and Hermes, 2001; Sawka et al, 2001).

Όταν τα επίπεδα αφυδάτωσης αυξάνονται, ο ρυθμός των παλμών αυξάνεται και ο χρόνος προς λιποθυμία μειώνεται. Η μέτρια αφυδάτωση βρέθηκε πρόσφατα ότι αμβλύνει τον έλεγχο των βαροϋποδοχέων κατά τη διάρκεια τεστ ορθοστατικής ανοχής και αυτό μπορεί να είναι μία εξήγηση για την ορθοστατική δυσανοχή (π.χ λιποθυμία ενώ στέκεσαι), όταν τα άτομα είναι αφυδατωμένα (~1,6% του βάρους σώματος) (Charkoudian et al, 2003). Επιπροσθέτως, η κατανάλωση νερού (0,5 L έναντι 0,05 L) έχει φανεί ότι βελτιώνει αξιοσημείωτα την ορθοστατική ανοχή σε υγιείς άνδρες και γυναίκες (Schroeder et al, 2002). Η βελτιωμένη ορθοστατική ανοχή μπορεί να είναι αποτέλεσμα της διαστολής του όγκου πλάσματος ή της δράσης της πρόσληψης υγρών, που οδηγεί σε αυξημένη συμπαθητική δράση (Scott et al, 2001).

Έχει αναφερθεί ότι οι αλλαγές στο ηλεκτροκαρδιογράφημα σχετίζονται με ποικίλα επίπεδα ελλείμματος νερού. Έχουν αναφερθεί ανωμαλίες στο ηλεκτροκαρδιογράφημα (αρρυθμίες και προώριμες κολπικές συστολές) κατά την άσκηση στη ζέστη σε υγιείς νεαρούς ενήλικες που αφυδατώθηκαν κατά 5% ή περισσότερο του σωματικού βάρους (Sawka et al, 1985). Εν τούτοις, είναι πιθανόν οι ανισορροπίες ηλεκτρολυτών λόγω αξιοσημείωτης αφυδάτωσης, ιδιαιτέρως σε συνδυασμό με στρεσογόνο άσκηση, να συνεισφέρουν στις ανωμαλίες του ηλεκτροκαρδιογραφήματος σε κάποια άτομα (Remick et al, 1998).

Ουροποιητικό σύστημα-Νεφρική λειτουργία: Η αφυδάτωση μπορεί να αυξήσει το κίνδυνο μολύνσεων, ενώ η επαρκής υδάτωση μπορεί να συνεισφέρει στην πρόληψη από μολύνσεις της ουροποιητικής περιοχής (Eckford et al, 1995). Η διούρηση νερού εξυπηρετεί στην "έκπλυση" της ουροποιητικής περιοχής από οργανισμούς μόλυνσης και συχνά μειώνει τον πολλαπλασιασμό των βακτηρίων στην κύστη (Beetz, 2003).

Ο χαμηλός όγκος ούρων είναι ένας σημαντικός παράγοντας σχηματισμού λίθων στα ούρα. Σύμφωνα με ανασκόπηση βιβλιογραφίας ο αυξημένος όγκος ούρων που επιτυγχάνεται με την υψηλή πρόσληψη υγρών ασκεί μία αποτελεσματική επίδραση στην πρόληψη για την εμφάνιση και την επανάληψη εμφάνισης των λίθων στα ούρα. Υψηλότερη πρόσληψη νερού και αραίωση των ούρων οδηγούν σε αξιοσημείωτη μείωση στον κορεσμό των λιθογενών αλάτων. Ο τύπος των υγρών θα πρέπει να επιλέγεται προσεκτικά ώστε να επιτευχθεί η κατάλληλη αλλαγή στη σύνθεση των ούρων, που εξαρτάται από τη σύνθεση των λίθων. Η επαρκής πρόσληψη υγρών είναι ένα από τα σημαντικότερα προληπτικά μέτρα για την επανάληψη εμφάνισης λίθων (Siener and Hesse, 2003).

Αντιθέτως, η υπερφόρτωση με υγρά αποτελεί τον πιο σημαντικό παράγοντα στην αιτιολογία της υπέρτασης. Παρά την αρχική εκτίμηση ότι η υπερφόρτωση υγρών ήταν αποτέλεσμα της ανεπαρκούς μετακίνησης υγρών, στην έρευνα του Chen και των συνεργατών του φάνηκε ότι τα

άτομα με υπέρταση ήταν γενικώς υπερφορτωμένα με υγρά ενώ είχαν υψηλότερη μετακίνηση υγρών και νατρίου, σε σύγκριση με τα άτομα με φυσιολογική πίεση. Σε μία σταθερή κατάσταση, η μετακίνηση υγρών και αλατιού συχνά αντανακλά την πρόσληψη υγρών και αλατιού. Με αποτέλεσμα, όσο υψηλότερη είναι η μετακίνηση υγρών και αλατιού, να σημαίνει απλά ότι καταναλώνονται περισσότερα υγρά και αλάτι, τα οποία μπορεί να συνεισφέρουν στην υψηλότερη αρτηριακή πίεση (Chen et al, 2007).

Σε έρευνα του Lawlor και των συνεργατών του φάνηκε ότι η αφυδάτωση κατά τη βρεφική ηλικία σχετίζεται με την υψηλότερη πίεση στην ενήλικη ζωή. Τα βρέφη που έζησαν σε ένα πιο ζεστό και ξηρό κλίμα εμφάνισαν αφυδάτωση κατά τη βρεφική λόγω διαρροιών και εξαιτίας αυτού έχουν υψηλότερη πίεση στην ενήλικη ζωή σε σύγκριση με τα βρέφη που έζησαν σε ένα πιο δροσερό και υγρό κλίμα (Lawlor et al, 2006).

Γαστρεντερική λειτουργία: Η δυσκοιλιότητα μπορεί να οριστεί με ποικίλους τρόπους, όπως με τον αριθμό εκκενώσεων την ημέρα, τις δυσκολίες στην αποβολή κοπράνων ή τη μη φυσιολογική κατακράτηση κοπράνων (Ritz and Berrut, 2005). Είναι ξεκάθαρο ότι ένας μεγάλος αριθμός φαρμάκων μπορεί να ενοχοποιηθεί για την εμφάνιση δυσκοιλιότητας, αλλά και η ανεπαρκής πρόσληψη υγρών αποτελεί συχνή αιτία (Arnaud, 2003). Πολυάριθμα άρθρα και βιβλία συστήνουν αύξηση της πρόσληψης υγρών για την θεραπεία της δυσκοιλιότητας. Εν τούτοις, σε ευ-υδατωμένα παιδιά, μία αύξηση κατά 50% στην πρόσληψη υγρών δεν είχε κανένα αποτέλεσμα στην συχνότητα ή τη συνέπεια αποβολής κοπράνων. Παρόλα αυτά, εμφανίζεται πιο πιθανή η συσχέτιση της δυσκοιλιότητας με την υπο-υδάτωση παρά με τη χαμηλή πρόσληψη υγρών. Για τη χρόνια δυσκοιλιότητα, η ανασκόπηση βιβλιογραφίας ορίζει μόνο μία έρευνα που να υποστηρίζει τη συσχέτιση της δυσκοιλιότητας με την μείωση πρόσληψης υγρών. Τέλος, δεν υπάρχουν δημοσιευμένες έρευνες που να δείχνουν ότι ο αυξημένος όγκος υγρών είναι αποτελεσματικός στη θεραπεία της χρόνιας δυσκοιλιότητας σε ευ-υδατωμένα άτομα (Ritz and Berrut, 2005).

Η συσχέτιση του σχηματισμού χολόλιθων (χολολιθίαση) με τη χαμηλή πρόσληψη υγρών προτάθηκε σε μία μικρή ομάδα ασθενών με χολόλιθους, οι οποίοι είχαν τυπική ημερήσια πρόσληψη νερού 0,4 με 0,7 L/ημέρα. Η υψηλή ημερήσια πρόσληψη νερού και η κατανάλωση του σε τακτικά διαλείμματα μπορεί να βοηθήσουν την προαγωγή εκκένωσης χολόλιθων και πιθανόν την πρόληψη του σχηματισμού χολόλιθων (Math et al, 1986).

Αναπνευστική λειτουργία: Η κατάσταση υδάτωσης των βρογχο-πνευμονικών δομών και η σύνθεση σε υγρά της επιφάνειας των αεραγωγών μπορεί να συνεισφέρουν στη διατήρηση της φυσιολογικής λειτουργίας των πνευμόνων. Η ανάλυση των φυσιολογικών μηχανισμών στους πνεύμονες και στους αεραγωγούς δείχνει ξεκάθαρα ένα σημαντικό ρόλο των μηχανισμών στη μεταφορά νερού και στην τυπική κατάσταση υδάτωσης. Στις βρογχο-πνευμονικές ασθένειες η

ανάλυση των σύνθετων παθοφυσιολογικών μηχανισμών είναι δύσκολη. Επομένως απαιτείται επιπλέον έρευνα για να επιβεβαιώσει ή να διαψεύσει ότι η μέτρια αφυδάτωση ή υπο-υδάτωση αποτελεί παράγοντα κινδύνου για την εμφάνιση βρογχο-πνευμονικών ασθενειών (Kalhoff, 2003).

Κύστη και άλλοι καρκίνοι: Η πρόσληψη υγρών έχει συσχετισθεί με μία μέτρια αύξηση του κινδύνου εμφάνισης καρκίνου και κύστης σε κάποιες έρευνες, ενώ σε άλλες με μείωση ή χωρίς ουσιώδη συσχέτιση. Από βιολογικής απόψεως η μειωμένη πρόσληψη υγρών μπορεί να οδηγήσει σε μεγαλύτερη συγκέντρωση καρκινογόνων στα ούρα ή σε ένα παρατεταμένο χρόνο επαφής με την βλεννώδη κύστη. Η καρκινογενής ή αντικαρκινογενής σύσταση των διάφορων ποτών που τελικά αποβάλλονται με τα ούρα μπορεί να παίζουν ρόλο στην εμφάνιση κύστης ή καρκίνου. Έχει προταθεί ότι η πρόσληψη υγρών έχει ευεργετικό αποτέλεσμα στον κίνδυνο για καρκίνο του κόλον και του πρωκτού. Η πρόσληψη υγρών μπορεί να μειώσει τον κίνδυνο για καρκίνο στο κόλον μειώνοντας το χρόνο διάβασης του εντέρου και μειώνοντας την βλεννώδη επαφή με καρκινογόνα. Η μειωμένη πρόσληψη υγρών μπορεί επίσης να μειώνει την κυτταρική συγκέντρωση, να επιδρά στην ενζυμική δραστηριότητα, στη ρύθμιση του μεταβολισμού και να καταστέλλει τη μετακίνηση καρκινογόνων. Εν τούτοις, τα επιδημιολογικά δεδομένα είναι ανεπαρκή για εκτίμηση. Το υγρό που προσλαμβάνονται από τα τρόφιμα, οι αντιδράσεις και οι πιθανές επιρροές των ειδικών τύπων ποτών θα πρέπει να ερευνηθούν επιπλέον. Συμπερασματικά, η συσχέτιση μεταξύ συνολικής πρόσληψης υγρών και κινδύνου για εμφάνιση καρκίνου παραμένει ακόμη ανοιχτή προς συζήτηση (Altieri et al, 2003).

Οστεοπόρωση: Κάποιες έρευνες μικρής διάρκειας που εκτιμούν τις αλλαγές στην οστική πυκνότητα μετάλλων σε σχέση με την κατάσταση υδάτωσης ή τον τύπο των καταναλωμένων υγρών είναι διαθέσιμες. Η έκταση στην οποία η πρόσληψη ποικίλων ποσοτήτων υγρών μεταξύ των γευμάτων και τα γεύματα από μόνα τους επιδρούν στη σύσταση σώματος και στην οστική πυκνότητα μετάλλων, εκτιμήθηκαν σε υγιή άτομα ή σε άτομα που κάνουν αιμοδιάλυση. Καμία αλλαγή στην οστική πυκνότητα δεν αποκαλύφθηκε (Horber et al, 1992). Σε μία ακόλουθη έρευνα βρέθηκε ότι η σύσταση του νερού ή ποτού σε ασβέστιο μπορεί να έχει μεγαλύτερη επίδραση στην οστική πυκνότητα μετάλλων από ότι η ποσότητα υγρών, σε συμφωνία με τον όγκο που καταναλώνεται (Costi et al, 1999).

Ασθένεια των δοντιών: Σύμφωνα με ανασκόπηση βιβλιογραφίας των Smith και Shaw υπάρχει δημοσιευμένη έρευνα για τις συσχετίσεις μεταξύ σάλιου και ασθένειας των δοντιών και μεταξύ σάλιου και αφυδάτωσης, αλλά η ακριβής φύση αυτών των συσχετίσεων δεν είναι ξεκάθαρη και καμία έρευνα για την άμεση σχέση αφυδάτωσης και ασθένειας των δοντιών δεν βρέθηκε (Smith and Shaw, 2003).

Θάνατος: Για προφανείς λόγους, ερευνητικά δεδομένα σε ανθρώπους δεν είναι διαθέσιμα σχετικά με την αφυδάτωση και το θάνατο. Έχει προταθεί ότι η αφυδάτωση συμβάλει στο θάνατο των νοσηλευόμενων ασθενών (Weinberg et al, 1994). Οι άνθρωποι μπορούν να χάσουν 10% του σωματικού βάρους ως νερό και να έχουν λίγο αυξημένο κίνδυνο για θάνατο, εκτός και αν η αφυδάτωση συνοδεύεται από άλλες σοβαρές επιπλοκές. Αναφορές από άτομα σε καταστάσεις επιβίωσης δείχνουν ότι αυτοί που αφυδατώνονται πάνω από 10% του σωματικού τους βάρους απαιτούν ιατρική βοήθεια για να ανακάμψουν (Adolph, 1947a).

Σε έρευνες σε σκυλιά παρατηρήθηκε ότι στα σκυλιά που αφυδατώθηκαν κατά 10-14% του σωματικού βάρους και εκτέθηκαν στη ζέστη, η θερμοκρασία πυρήνα αυξήθηκε πολύ και τα σκυλιά θα επιζούσαν μόνο εάν απομακρύνονταν από την έκθεση στη ζέστη ή τους δινόταν νερό. Οι θάνατοι ξεκίνησαν όταν οι θερμοκρασίες πυρήνα πλησίαζαν τους 41,6° C και πάντα εμφανιζόταν όταν οι θερμοκρασίες πυρήνα έφταναν 42,8° C. Οι γάτες εμφάνισαν παρόμοιες αποκρίσεις, αλλά με ελλείμματα νερού μέχρι 20% του σωματικού βάρους και θερμοκρασίες πυρήνα 43° C πριν πεθάνουν (Adolph, 1947a).

Παρά τη μεγάλη βελτίωση στην υγιεινή και στη διαθεσιμότητα υγρών, η αφυδάτωση ως αποτέλεσμα της μολυσματικής διάρροιας παραμένει μία από τις μοναδικές αιτίες θανάτου μεταξύ των νεαρών παιδιών και είναι υπεύθυνη για περίπου 1,5 εκατομμυρίων θανάτων κάθε χρόνο στον κόσμο (WHO, 2002).

6.2 Φυσιολογία-Νεφρική ρύθμιση ύδατος

Η ομοιόσταση του νερού ρυθμίζεται από ένα πολλαπλό σύστημα ανατροφοδότησης, το οποίο περιλαμβάνει τον υποθάλαμο, την υπόφυση και τους νεφρούς. Στον υποθάλαμο και στην υπόφυση η τονικότητα του πλάσματος ρυθμίζει την έκκριση αντιδιουρητικής ορμόνης. Η αντιδιουρητική ορμόνη πλάσματος θέτει σε ενέργεια τους συγκεντρωμένους μηχανισμούς των νεφρών και ως εκ τούτου παίζει κύριο ρόλο στη διευθέτηση της τονικότητας πλάσματος (Manz and Wentz, 2003).

Κάτω από φυσιολογικές καταστάσεις οι νεφροί είναι οι πρωταρχικοί ρυθμιστές της ισορροπίας του ύδατος. Ζυγίζουν λιγότερο από 0,5% του συνολικού σωματικού βάρους, αλλά η αιματική τους ροή στην ηρεμία είναι περίπου 25% της καρδιακής παροχής. Παρά ταύτα, οι νεφροί φιλτράρουν περισσότερο από 150 L υγρών σε καθημερινή βάση, <1% από αυτά τα υγρά εκκρίνονται στα ούρα (Koeppen and Stanton, 2000).

Η νεφρική απέκκριση ύδατος ρυθμίζεται πρωταρχικώς από την αντιδιουρητική ορμόνη (arginine vasopressin, AVP) και το σύστημα ρενίνης-αγγειοτενσίνης (Kavouras, 2002). Η αντιδιουρητική ορμόνη είναι η πρώτη ορμόνη που εκκρίνεται κατά τη διάρκεια της αφυδάτωσης. Αλλαγές στο πλάσμα άλλων ορμονών επίσης παρατηρούνται (αυξήσεις στο νατριουρητικό

πεπτίδιο και στις κατεχολαμίνες, μείωση στη αλδοστερόνη), αλλά εμφανίζονται αργότερα και σε απόκριση σοβαρής αφυδάτωσης (Boudy and Fernandes, 2003).

Η αντιδιουρητική ορμόνη συντίθεται σε ειδικούς νευρώνες και αποθηκεύεται στην νευροϋπόφυση. Κάτω από φυσιολογικές καταστάσεις, η πιο σημαντική διέγερση της έκκρισης αντιδιουρητικής ορμόνης είναι η ωσμωτική πίεση πλάσματος. Η αύξηση της ωσμωτικότητας πλάσματος σχετίζεται φυσιολογικώς με την αφυδάτωση και με αλλαγή στην υδατική ισορροπία και μπορεί να προαχθεί πειραματικώς από την πρόσληψη υπερτονικών διαλυμάτων. Η έκκριση αντιδιουρητικής ορμόνης επηρεάζεται επίσης από αιμοδυναμικούς παράγοντες (μείωση της αρτηριακής πίεσης ή του όγκου πλάσματος), εμετικούς παράγοντες (ναυτία, φάρμακα όπως νικοτίνη ή μορφίνη) και παράγοντες όπως στρες, θερμοκρασία, αγγειοτενσίνη (Berl and Robertson, 2000).

Η απελευθέρωση της αντιδιουρητικής ορμόνης αρχίζει σε μία μέση ωσμωτικότητα πλάσματος στα περίπου 280 mOsmol/kg H₂O, ενώ η δίψα δεν γίνεται αντιληπτή έως ότου η ωσμωτικότητα πλάσματος φτάσει 290 mosmol/kg H₂O (Boudy and Fernandes, 2003).

Η μετακίνηση του νερού και ουσιών χαμηλού μοριακού βάρους, όπως τα ιόντα νατρίου (Na⁺), η γλυκόζη, η ουρία και τα ιόντα χλωρίου (Cl⁻) δια μέσου των κυτταρικών μεμβρανών ρυθμίζεται από την ώσμωση. Η ωσμωτική πίεση ενός διαλύματος είναι ανάλογη με τον αριθμό των μορίων (φορτισμένων ή ουδέτερων) και όχι με τη μάζα της διαλυμένης ουσίας. Η ωσμωτικότητα των υγρών εκφράζεται συνήθως σε mOsmol/kg (Saltmarsh, 2001).

Όταν δύο διαλύματα διαχωρίζονται από μία ημιπερατή μεμβράνη, το νερό τείνει να ρέει από το χαμηλότερο στο υψηλότερο ωσμωτικό διάλυμα και ως εκ τούτου τείνει να εξισώνει τις δύο ωσμωτικότητες. Όσον αφορά τα κύτταρα του σώματος, μία αύξηση στη συγκέντρωση του χλωριούχου νατρίου στο αίμα, όπως αυτή που εμφανίζεται όταν νερό χάνεται από το σώμα και δεν αντικαθίσταται πίνοντας, οδηγεί σε μία αύξηση της ωσμωτικότητας πλάσματος σε σύγκριση με την ωσμωτικότητα εντός των κυττάρων. Σαν αποτέλεσμα, το νερό κατευθύνεται έξω από τα κύτταρα, προκαλώντας συρρίκνωση αυτών. Αντιθέτως, όταν το νερό εισέρχεται στο σώμα σε μεγαλύτερη ποσότητα από αυτή που συνήθως χάνεται από αυτό, η συγκέντρωση χλωριούχου νατρίου στο αίμα μειώνεται, η ωσμωτικότητά του σε σχέση με το ενδοκυττάριο υγρό μειώνεται και το νερό εισέρχεται στα κύτταρα προκαλώντας διαστολή αυτών (Saltmarsh, 2001).

6.3 Θερμορύθμιση

Για τα άτομα στην ηρεμία σε εύκρατο περιβάλλον, η θερμοκρασία σώματος διατηρείται πρωταρχικώς μέσω συμπεριφοριστικών μηχανισμών, αξιολογώντας βέβαια και τις περιβαλλοντικές συνθήκες ή τον ρουχισμό που επιδρούν στην αύξηση ή στη μείωση της απώλειας θερμότητας. Όταν η θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι υψηλή, η φυσική μεταφορά της

θερμότητας από το σώμα δεν είναι δυνατή και η εξάτμιση του ιδρώτα από το δέρμα είναι ο μοναδικός τρόπος για να απαλλαχθεί από την επιπλέον θερμότητα. Όλες οι μεταβολικές αντιδράσεις στο σώμα έχουν ως αποτέλεσμα την παραγωγή θερμότητας, αλλά στην ηρεμία το σώμα παράγει λίγη θερμότητα. Η εφίδρωση είναι ένας πολύ αποτελεσματικός τρόπος για την πρόληψη της αύξησης της θερμοκρασίας, αλλά προκαλεί απώλεια νερού και ηλεκτρολυτών (άλατα) από το σώμα. Ακόμη και μία απώλεια 1L ιδρώτα θα αυξήσει την αίσθηση της κόπωσης και θα χειροτερεύσει την απόδοση, επομένως η αναπλήρωση των απωλειών των υγρών κατά τη διάρκεια διάφορων τύπων άσκησης είναι αναγκαία (Maughan, 2003).

Γενικώς αλλά στις πιο ακραίες συνθήκες, η θερμοκρασία σώματος διατηρείται εντός περίπου 2-3° C του φυσιολογικού επιπέδου των 37° C. Αυτό φυσικά απευθύνεται στη θερμοκρασία των δομών σώματος, περιλαμβάνοντας τον εγκέφαλο, παρά τη θερμοκρασία δέρματος. Η θερμοκρασία του γυμνού σώματος ακολουθεί την περιβαλλοντική θερμοκρασία και δεν ρυθμίζεται στενά. Υπάρχει μία κρίσιμη θερμοκρασία σώματος πέραν της οποίας οι άνθρωποι και τα θηλαστικά δεν συνεχίζουν να ασκούνται εθελοντικώς. Ένα συνεπές εύρημα στη δημοσιευμένη βιβλιογραφία είναι ότι η εθελοντική κόπωση εμφανίζεται σε θερμοκρασία πυρήνα περίπου 40° C (Nielsen et al, 1993, 1997). Μία ανικανότητα του μηχανισμού ρύθμισης της κεντρικής θερμοκρασίας, ή των αποτελεσματικών μηχανισμών που ανταποκρίνονται στο σήμα που εκπέμπει ο υποθάλαμος έχουν σαν αποτέλεσμα τη θερμική συγκοπή, που χαρακτηρίζεται από περιφερική αγγειοδιαστολή και μείωση στην αρτηριακή πίεση (Werner, 1993). Υπάρχουν θερμικά όρια που ανέχεται ο εγκέφαλος και όταν αυτά τα όρια επιτυγχάνονται ένα πλήθος φυσιολογικών αντιδράσεων εμφανίζονται και στοχεύουν στη μείωση του ρυθμού θέρμανσης του εγκεφάλου, αλλά συχνά οδηγούν στη θερμοπληξία. Σημαντική είναι η παύση της φυσικής δραστηριότητας, που έχει σαν αποτέλεσμα την αξιοσημείωτη μείωση στο ρυθμό της μεταβολικής παραγωγής θερμότητας, όταν αυξάνεται η θερμοκρασία πυρήνα (Maughan, 2003).

Ο Nielsen και οι συνεργάτες του έχουν θεωρήσει ότι σε μία σημαντική θερμοκρασία πυρήνα (περίπου 40° C στους ανθρώπους) μπορεί να υπάρχει ένα αρνητικό αποτέλεσμα στα κέντρα ελέγχου κίνησης του εγκεφάλου. Αυτό το αποτέλεσμα είναι σύμφωνο με την απώλεια συντονισμού κίνησης και την αυξημένη αντίληψη προσπάθειας, που τυπικά εμφανίζεται στα τελευταία στάδια παρατεταμένης άσκησης στη ζέστη. Σύμφωνα με μελέτες, οι οποίες δείχνουν ότι τα άτομα που ασκούνται σε δροσερές συνθήκες έχουν αυξημένο χρόνο άσκησης προς εξάντληση, η αυξημένη θερμοκρασία πυρήνα (υποθαλαμική) προκαλεί μείωση της νευρομυϊκής λειτουργίας (Galloway and Maughan, 1997; Parkin et al, 1999). Η απόδοση της άσκησης αντοχής είναι επίσης βελτιωμένη όταν τα άτομα είναι δροσερά κατά τη διάρκεια της άσκησης ή ήταν δροσερά πριν την έναρξη της άσκησης (Maughan, 2003).

Ο έλεγχος θερμορύθμισης είναι τυπικά εκτιμώμενος από την εξέταση της αποτελεσματικής απόκρισης (π.χ εφίδρωση) στις δυναμικές αλλαγές στη θερμοκρασία πυρήνα. Αυτού του είδους η ανάλυση παράγει δύο παραμέτρους ελέγχου, το κατώφλι θερμοκρασίας και την ευαισθησία. Αιφνίδιες αλλαγές στην εφίδρωση μπορεί να επιτευχθούν στην έναρξη και στο τέλος του έργου, ανεξάρτητα από τη θερμοκρασία δέρματος ή πυρήνα, ενώ ένας νευρομυϊκός παράγοντας συμμετέχει στη ρύθμιση της εφίδρωσης. Η πληροφορία αίσθησης από τους κεντρικούς και περιφερικούς θερμοϋποδοχείς επικρατούν πέραν των νευρομυϊκών παραγόντων και ο έλεγχος εφίδρωσης μπορεί να τυποποιηθεί σαν ένα σύστημα αρνητικής ανατροφοδότησης (Montain et al, 1995).

Το πιο σοβαρό πρόβλημα που συναντάται κατά τη διάρκεια της άσκησης στη ζέστη είναι η επαρκής διανομή αιματικής ροής στους ιστούς. Μία αυξημένη αιματική ροή στο δέρμα, μακριά από τους συστελλόμενους μύες, για να προληφθεί η υπερβολική αύξηση της εσωτερικής θερμοκρασίας σώματος θα οδηγούσε σε μη ικανότητα συνέχισης της άσκησης. Έχει προταθεί μία λύση στο πρόβλημα της προβολής επαρκούς κυκλοφορίας στους μύες και στο δέρμα: η καρδιακή παροχή θα πρέπει να αυξηθεί κατά τη διάρκεια άσκησης στη ζέστη, επομένως οι αυξημένες κυκλοφοριακές απαιτήσεις μπορούν να επιτευχθούν και η άσκηση να επιμηκυνθεί. Πράγματι σύμφωνα και με την έρευνα του Nadel και των συνεργατών του, κατά τη διάρκεια άσκησης στο 40% του VO_2max σε περιβάλλον 36°C , βρέθηκε ότι η καρδιακή παροχή αυξήθηκε κατά 1,3 L/min πέραν από ότι σε περιβάλλον 20 ή 26°C . Ενώ, κατά τη διάρκεια συνθηκών αυξημένων απαιτήσεων, 70% του VO_2max σε περιβάλλον 36°C , γίνεται πολύ δύσκολη η αύξηση της καρδιακής παροχής, αφού η καρδιακή συχνότητα πλησιάζει τα μέγιστα και ο όγκος παλμού μειώνεται. Η διατήρηση της καρδιακής παροχής οφείλεται στην αυξημένη καρδιακή συχνότητα και στη σχετική δερματική αγγειοσυστολή, αντιδράσεις οι οποίες εξασφαλίζουν έναν επαρκές όγκο κεντρικής κυκλοφορίας αίματος και τελικώς προλαμβάνει μία μείωση στον όγκο παλμού. Σε αυτή τη περίπτωση, η κυκλοφοριακή ρύθμιση έχει προτεραιότητα πέραν της ρύθμισης της θερμοκρασίας (Nadel et al, 1979).

Η αφυδάτωση αυξάνει τις αποκρίσεις στη θερμοκρασία πυρήνα κατά τη διάρκεια της άσκησης σε εύκρατα και θερμά κλίματα (Sawka and Coyle, 1999). Ένα έλλειμμα μόνο 1% του σωματικού βάρους έχει αναφερθεί ότι προκαλεί αυξημένη θερμοκρασία πυρήνα κατά τη διάρκεια της άσκησης (Ekblom et al, 1970). Όσο το μέγεθος του ελλείμματος του νερού αυξάνεται μία συνακόλουθη βαθμιαία αύξηση της θερμοκρασίας πυρήνα παρατηρείται. Το μέγεθος της αύξησης της θερμοκρασίας πυρήνα κυμαίνεται μεταξύ $0,1^\circ\text{C}$ και $0,23^\circ\text{C}$ για κάθε ποσοστό απώλειας του σωματικού βάρους (Montain et al, 1998; Sawka et al, 1985). Η αύξηση της θερμοκρασίας πυρήνα από την αφυδάτωση μπορεί να είναι μεγαλύτερη κατά τη διάρκεια της άσκησης σε θερμό, σε σύγκριση με εύκρατο κλίμα. Η αφυδάτωση όχι μόνο αυξάνει τη

θερμοκρασία πυρήνα αλλά αναιρεί τα πλεονεκτήματα που προκύπτουν από την υψηλή αερόβια κατάσταση και το θερμοεγκλιματισμό (Sawka et al, 1983). Η αυξημένη θερμοκρασία πυρήνα σε απόκριση στην αφυδάτωση είναι αποτέλεσμα της μείωσης της απώλειας θερμότητας (Sawka and Coyle, 1999). Οι αποκρίσεις της τοπικής εφίδρωσης (Montain et al, 1995) και της αιματικής ροής δέρματος (Kenney et al, 1990) είναι μειωμένες για μία δεδομένη θερμοκρασία πυρήνα όταν ένα άτομο είναι αφυδατωμένο. Εν τούτοις, ακόμη και όταν η αφυδάτωση δεν σχετίζεται με αλλαγή στο ρυθμό εφίδρωσης όλου του σώματος, η θερμοκρασία πυρήνα είναι συνήθως αυξημένη, ενώ ο ρυθμός εφίδρωσης όλου του σώματος για μία δεδομένη θερμοκρασία πυρήνα είναι μικρότερος όταν το άτομο είναι αφυδατωμένο (Sawka et al, 1984).

Λόγω των ελλειμμάτων νερού η θερμορύθμιση χειροτερεύει (π.χ η θερμοκρασία σώματος αυξάνει), επομένως μία λογική ερώτηση είναι αν η υπερ-υδάτωση σώματος μπορεί να βελτιώσει την ικανότητα ενός ατόμου να θερμορυθμιστεί κατά τη διάρκεια της άσκησης στη ζέστη. Σε μερικές έρευνες αναφέρονται χαμηλότερες θερμοκρασίες πυρήνα κατά τη διάρκεια της άσκησης μετά από υπερ-υδάτωση (Grucza et al, 1987; Nielsen, 1974; Nielsen et al, 1971) ενώ σε άλλες έρευνες όχι (Candas et al, 1988; Latzka et al, 1997, 1998). Σε μερικές έρευνες αναφέρονται υψηλότεροι ρυθμοί εφίδρωσης με την υπερ-υδάτωση (Lyons et al, 1990; Moroff and Bass, 1965), ενώ σε άλλες έρευνες όχι (Candas et al, 1988; Latzka et al, 1997, 1998). Γενικώς, οι έρευνες που είχαν καλύτερο σχεδιασμό πρωτοκόλλου δεν αναφέρουν κανένα πλεονέκτημα θερμορύθμισης από την υπερ-υδάτωση σε σχέση με την ευ-υδάτωση.

Τα άτομα που ασκούνται σε θερμό κλίμα χρειάζονται να θερμοεγκλιματιστούν και να εκπαιδευτούν να πίνουν πριν αισθανθούν διψασμένοι (Saltmarsh, 2001). Η διατήρηση μίας υψηλής απόκρισης εφίδρωσης, μίας μειωμένης καρδιακής συχνότητας και μίας μειωμένης εσωτερικής θερμοκρασίας σώματος κατά τη διάρκεια της άσκησης στη ζέστη αποτελεί την κλασική περιγραφή του θερμοεγκλιματισμού (Nadel et al, 1974). Ο θερμοεγκλιματισμός μειώνει τη σύσταση του ιδρώτα σε αλάτι, διατηρεί τον όγκο παλμού και επιτρέπει περισσότερη άσκηση όταν τα άτομα είναι ενυδατωμένα, αλλά η αφυδάτωση αναιρεί αυτά τα πλεονεκτήματα (Saltmarsh, 2001).

7 Αναπλήρωση υγρών και Άσκηση

Ο βαθμός του περιβαλλοντικού στρες υπολογίζεται μέσω της θερμοκρασίας, της υγρασίας, της ταχύτητας του αέρα και του ενεργειακού φορτίου λόγω ακτινοβολίας, παράγοντες οι οποίοι προάγουν φυσιολογικές αλλαγές που επιδρούν στην πορεία επανυδάτωσης. Η πρόσληψη υγρών αυξάνεται ουσιαστικά όταν η θερμοκρασία αυξάνει πέρα από τους 25° C, επίσης η διέγερση επανυδάτωσης μπορεί να είναι ψυχολογική. Ένας αθλητής που ασκείται στη ζέστη εθελοντικά θα προσλαμβάνει περισσότερα υγρά από ότι όταν κάνει κρύο. Οι ατομικές διαφορές μπορεί να παίζουν ρόλο στην πορεία επανυδάτωσης. Ένας αθλητής που γνωρίζει ότι η επανυδάτωση αυξάνει την απόδοση, είναι πιο επιρρεπής στην πρόσληψη υγρών πριν εμφανιστεί σημαντική αφυδάτωση, επομένως η κατάλληλη εκπαίδευση των αθλητών είναι απαραίτητη (Casa et al, 2000a).

Όταν οι αθλητές ασκούνται κατά τη διάρκεια της προπόνησης ή ενώ αγωνίζονται, είναι ξεκάθαρο ότι μερικές φορές ευνοούνται από την πρόσληψη ποικίλων μειγμάτων από νερό, υδατάνθρακες και ηλεκτρολύτες. Τα πλεονεκτήματα μπορούν να εκφραστούν μέσω της βελτιωμένης απόδοσης και/ ή του μειωμένου φυσιολογικού στρες, στο καρδιαγγειακό, κεντρικό νευρικό και μυϊκό σύστημα ενός αθλητή. Παρότι υπάρχει επαρκής επιστημονική έρευνα που να υποστηρίζει τη γενική θεωρία για ενθάρρυνση των αθλητών να καταναλώσουν νερό, υδατάνθρακες και ηλεκτρολύτες κατά τη διάρκεια της άσκησης, οι πρακτικές συστάσεις για την ιδανική εφαρμογή των γενικών θεωριών δεν είναι απλή υπόθεση. Αυτό οφείλεται στη φύση των φυσικών στρες που αντιμετωπίζονται κατά την προπόνηση και τον αγώνα και στους μοναδικούς κανόνες του καθενός αθλήματος που κάνουν δυνατή ή όχι την πρόσληψη υγρών και καυσίμων κατά τη διάρκεια του αγώνα. Επιπλέον, οι διαφορές στην ένταση και στη διάρκεια της άσκησης και στο περιβάλλον μπορούν να αλλάξουν τον ιδανικό ρυθμό πρόσληψης νερού, υδατανθράκων και αλατιού, τον ρυθμό γαστρεντερικής απορρόφησης και τα αισθήματα πληρότητας (Coyle, 2004).

Τα φυσικά χαρακτηριστικά του ποτού για επανυδάτωση μπορούν δραματικά να επηρεάσουν την αναπλήρωση υγρών (Armstrong and Maresh, 1996; Greenleaf, 1992). Η αλατότητα, το χρώμα, η γλυκύτητα, η θερμοκρασία, η γεύση, το ανθρακικό άλας και το ιξώδες, όλα επιδρούν στο πόσο πίνει ένας αθλητής. Από τη στιγμή που η μεγαλύτερη ποσότητα υγρών καταναλώνεται από τους αθλητές μαζί με τα γεύματα, η παρουσία επαρκών υγρών κατά τη διάρκεια των γευμάτων και ο επαρκής χρόνος για φαγητό είναι σημαντικά για την επανυδάτωση (Casa et al, 2000a). Όταν η πρόσβαση σε γεύματα είναι περιορισμένη, ένα υδατανθρακούχο και με ηλεκτρολύτες ποτό θα βοηθήσει στη διατήρηση πρόσληψης υδατανθράκων και ηλεκτρολυτών μαζί με την κατάσταση υδάτωσης (Montain et al, 1997).

Άλλοι παράγοντες που συνεισφέρουν στην αναπλήρωση υγρών περιλαμβάνουν τη διάθεση του ατόμου (η ηρεμία σχετίζεται με την αυξημένη επανυδάτωση) και το βαθμό συγκέντρωσης που απαιτείται από το άθλημα (Armstrong and Maresh, 1996). Για παράδειγμα, οι βιομηχανικοί εργάτες χρειάζονται συχνά διαλείμματα για επανυδάτωση διότι θα πρέπει να παραμένουν συγκεντρωμένοι σε ένα ειδικό έργο. Αυτή η ανάγκη για συγκέντρωση μπορεί να εξηγήσει γιατί αρκετοί εκλεκτοί ποδηλάτες βουνού χρησιμοποιούν ένα εύκολο σύστημα υδάτωσης, μία όπισθεν-βάση αντί της κλασικής κρεμαστής βάσης για το μπουκάλι νερού. Η όπισθεν-βάση επιτρέπει στον ποδηλάτη να αυξήσει την επανυδάτωσή του, ενώ παραμένει συγκεντρωμένος στο έδαφος, στην ταχύτητα, στους τροχούς, στα πεντάλ και στον αγώνα (McLellan et al, 1999). Η πρόσβαση σε ένα υγρό και η ευκολία πρόσληψης υγρών μπορούν να εξηγήσουν γιατί οι αθλητές καταναλώνουν περισσότερα υγρά ενώ ποδηλατούν σε σύγκριση με όταν τρέχουν σε ένα δίαθλο (Iuliano et al, 1998).

7.1 Πριν την άσκηση

Ο στόχος της υδάτωσης πριν την άσκηση είναι να ξεκινήσει η φυσική δραστηριότητα με ευ-υδάτωση και με φυσιολογικά επίπεδα ηλεκτρολυτών πλάσματος. Εφόσον επαρκή ποτά καταναλώνονται με τα γεύματα και μία παρατεταμένη περίοδο αποκατάστασης (8-12 ώρες) έχει παρέλθει από την τελευταία συνεδρία άσκησης, το άτομο θα πρέπει αμέσως να επανέλθει στην κατάσταση ευ-υδάτωσης. Εν τούτοις, εάν το άτομο έχει υποφέρει από ουσιαστικές ελλείψεις υγρών και δεν είχε αρκετό χρόνο ή όγκους υγρών/ ηλεκτρολυτών για να αποκαταστήσουν την ευ-υδάτωση, ένα πρόγραμμα υδάτωσης πριν την άσκηση απαιτείται. Το πρόγραμμα υδάτωσης πριν την άσκηση θα βοηθήσει να εξασφαλιστεί ότι οποιοδήποτε προηγούμενο υφιστάμενο έλλειμμα υγρών-ηλεκτρολυτών διορθώθηκε πριν την έναρξη της άσκησης (Sawka et al, 2007).

Όταν το άτομο ενυδατώνεται πριν την άσκηση θα πρέπει να πίνει ποτά με αργό ρυθμό (για παράδειγμα, ~5-7 mL/ κιλό σωματικού βάρους), το λιγότερο 4 ώρες πριν την άσκηση. Εάν το άτομο δεν αποβάλλει ούρα, ή τα ούρα είναι σκούρα ή υψηλά συγκεντρωμένα, το άτομο θα πρέπει να πίνει περισσότερο ποτό με αργό ρυθμό (για παράδειγμα, επιπλέον ~3-5 mL/ κιλό σωματικού βάρους), περίπου 2 ώρες πριν την άσκηση. Με την υδάτωση μερικές ώρες πριν την άσκηση, υπάρχει αρκετός χρόνος για την αποβολή ούρων ώστε να επιστραφεί εντός φυσιολογικών επιπέδων, πριν την έναρξη της άσκησης. Καταναλώνοντας ποτά με νάτριο (20-50 mEq/L) και/ ή μικρές ποσότητες αλατισμένων σνακ ή τροφίμων που περιέχουν νάτριο στα γεύματα θα βοηθήσουν στη διέγερση της δίψας και στη διατήρηση των καταναλωμένων υγρών (Sawka et al, 2007).

Σύμφωνα με την NATA (National Athletic Trainers' Association) ο αθλητής θα πρέπει να καταναλώνει 500-600 mL νερού ή ενός αθλητικού ποτού 2 με 3 ώρες πριν την άσκηση και 200-

300 mL νερού ή ενός αθλητικού ποτού 10 με 20 λεπτά πριν την άσκηση ώστε να εξασφαλιστεί η κατάλληλη υδάτωση πριν την άσκηση. Η επιτακτική υδάτωση πριν την άσκηση είναι πλεονεκτική και πιο αποτελεσματική από ότι η υδάτωση που υπαγορεύεται από μία συχνά ανεπαρκή προσωπική προτίμηση. Η κατανάλωση μίας θρεπτικά ισορροπημένης δίαιτας και υγρών κατά τη διάρκεια των 24 ωρών πριν την άσκηση είναι κρίσιμη (Casa et al, 2000a).

Επιχειρώντας την υπερ-υδάτωση με υγρά που αυξάνουν τον εξωκυττάριο και ενδοκυττάριο χώρο (π.χ διαλύματα νερού και γλυκερόλης) θα αυξηθεί πολύ ο κίνδυνος κένωσης κατά τη διάρκεια του διαγωνισμού (Freund et al, 1995; O' Brien et al, 2005) και δεν θα προβάλλει κάποιο πλεονέκτημα απόδοσης πέραν της ευ-υδάτωσης (Kavouras et al, 2005; Latzka et al, 1997; Latzka et al, 1998). Επιπροσθέτως, η υπερ-υδάτωση μπορεί να αραιώσει και να μειώσει το νάτριο πλάσματος (Freund et al, 1995; O' Brien et al, 2005) πριν την έναρξη της άσκησης και να αυξήσει τον κίνδυνο αραιωτικής υπονατριαιμίας, εάν τα υγρά αντικατασταθούν απότομα κατά την άσκηση (Montain et al, 2006).

Η αύξηση της γευστικότητας του προσλαμβανόμενου υγρού είναι ένας τρόπος βοήθειας πρόσληψης υγρών, πριν, κατά τη διάρκεια, ή μετά την άσκηση. Η γευστικότητα των υγρών επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες, όπως τη θερμοκρασία, τη σύσταση σε νάτριο και το άρωμα. Η προτιμώμενη θερμοκρασία του νερού είναι συνήθως μεταξύ 15 και 21° C, αλλά αυτό και η προτίμηση στο άρωμα ποικίλει πολύ μεταξύ των ατόμων (Engell and Hirsch, 1999).

Συστάσεις: Η υδάτωση πριν την άσκηση με ποτά, εάν χρειάζεται, θα πρέπει να ξεκινήσει το λιγότερο μερικές ώρες πριν την άσκηση ώστε να είναι ικανή η απορρόφηση των υγρών και να επιτρέψει στην αποβολή ούρων να επιστραφεί εντός φυσιολογικών επιπέδων. Καταναλώνοντας ποτά με νάτριο και/ ή αλατισμένα σνακ ή μικρά γεύματα με ποτά μπορεί να βοηθήσουν στη διέγερση της δίψας και στη διατήρηση των απαιτούμενων υγρών (Sawka et al, 2007).

7.2 Κατά τη διάρκεια της άσκησης

Ενός ατόμου η φυσιολογική οδηγία για πρόσληψη υγρών κατά τη διάρκεια της άσκησης ενεργοποιείται μέσω των "μηχανισμών δίψας" και είναι γνωστό ότι όταν επιτρέπεται η κατά βούληση πρόσβαση σε υγρά οι μηχανισμοί αυτοί αναγκάζουν τους ανθρώπους να πίνουν με έναν ρυθμό που αναπληρώνει περίπου τις μισές απώλειες των υγρών τους και στην καλύτερη περίπτωση τα 2/3. Η άποψη ότι η δίψα κατά τη διάρκεια της άσκησης δεν οδηγεί τους ανθρώπους σε πρόσληψη υγρών ανάλογα με το ρυθμό απώλειας υγρών ορίζεται ως "εκούσια αφυδάτωση". Στη δεκαετία του 1960, οι αθλητές γενικώς συμβουλευόνταν "να πίνουν μόνο λίγο νερό κατά τη διάρκεια της άσκησης" και "να αγνοούν τη δίψα τους" και επομένως να αναπληρώνεται ένα μικρό ποσοστό των χαμένων υγρών (Coyle, 2004).

Η κατάλληλη υδάτωση κατά τη διάρκεια της άσκησης θα επηρεάσει την καρδιαγγειακή λειτουργία, τη λειτουργία θερμορύθμισης, τη λειτουργικότητα των μυών, την κατάσταση του όγκου υγρών και την απόδοση. Η κατάλληλη υδάτωση κατά τη διάρκεια της άσκησης αυξάνει την απομάκρυνση της θερμότητας (αυξημένη αιματική ροή δέρματος και αυξημένος ρυθμός εφίδρωσης), περιορίζει την υπερτονικότητα του πλάσματος και βοηθάει στη διατήρηση της καρδιακής παροχής. Η αίσθηση δροσιάς λόγω εξάτμισης που μπορεί να εμφανιστεί (οφείλεται σε αυξημένη αιματική ροή και διατήρηση της διάχυσης των εργαζόμενων μυών) είναι αποτέλεσμα της διατήρησης της πίεσης καρδιακής πλήρωσης. Η επανυδάτωση κατά τη διάρκεια της άσκησης διατηρεί τον όγκο υγρών της κεντρικής κυκλοφορίας και επιτρέπει τις φυσιολογικές αποκρίσεις στην έντονη άσκηση στη ζέστη (Casa et al, 2000a).

Δύο σημαντικοί λόγοι για επανυδάτωση είναι η μείωση του βαθμού υπερθερμίας και η διατήρηση της αθλητικής απόδοσης (Nose and Takamata, 1997; Febbraio et al, 1996). Επιπροσθέτως, ο στόχος κατανάλωσης υγρών κατά τη διάρκεια της άσκησης είναι η πρόληψη της υπερβολικής αφυδάτωσης (>2% απώλεια του σωματικού βάρους από έλλειμμα νερού) και των υπερβολικών αλλαγών στην ισορροπία των ηλεκτρολυτών, ώστε να αποτραπεί η μείωση της απόδοσης. Η ποσότητα και ο ρυθμός αναπλήρωσης υγρών εξαρτάται από τον ατομικό ρυθμό εφίδρωσης, τη διάρκεια της άσκησης και τις ευκαιρίες για κατανάλωση υγρών. Τα άτομα θα πρέπει περιοδικά να πίνουν (όσο οι καταστάσεις το επιτρέπουν) κατά τη διάρκεια της άσκησης. Φροντίδα θα πρέπει να δίνεται στην εκτίμηση των ρυθμών αναπλήρωσης υγρών, κυρίως σε παρατεταμένη άσκηση, που διαρκεί περισσότερο από 3 ώρες. Όσο μεγαλύτερη είναι η διάρκεια της άσκησης τόσο μεγαλύτερα τα επισωρευτικά αποτελέσματα των μικρών αλλαγών μεταξύ των αναγκών σε υγρά και αναπλήρωσης, τα οποία μπορεί να οδηγήσουν σε υπερβολική αφυδάτωση και αραιωμένη υπονατρίαμία (Montain et al, 2006).

Είναι δύσκολο να συσταθεί ένα σχέδιο ειδικής αναπλήρωσης υγρών και ηλεκτρολυτών λόγω των διαφορετικών τύπων άσκησης (μεταβολικές απαιτήσεις, διάρκεια, ρουχισμός, εξοπλισμός), των καιρικών συνθηκών και άλλων παραγόντων (π.χ γενετική προδιάθεση, θερμοεγκλιματισμός και επίπεδο προπόνησης) που επηρεάζουν το ρυθμό εφίδρωσης και τις συγκεντρώσεις ηλεκτρολυτών του ιδρώτα του ατόμου. Παρά ταύτα, συστήνεται τα άτομα να ελέγχουν τις αλλαγές του σωματικού βάρους κατά τη διάρκεια προπόνησης, για να εκτιμήσουν την απώλεια ιδρώτα τους κατά τη διάρκεια μίας συνεδρίας άσκησης με σεβασμό στις κλιματικές συνθήκες. Η καταγραφή των αλλαγών του σωματικού βάρους κατά τη διάρκεια προπόνησης βοηθάει στη δημιουργία προγραμμάτων αναπλήρωσης υγρών για τις ειδικές ανάγκες ενός ατόμου, αν και δεν είναι πάντα πρακτική. Για παράδειγμα, οι στρατηγικές αναπλήρωσης υγρών και ηλεκτρολυτών θα διαφέρουν μέγιστα για ένα μεγάλο ποδοσφαιριστή στην προπόνηση στην εποχή του

καλοκαιριού όταν συγκρίνεται με έναν δρομέα μαραθωνίου σε έναν αγώνα 6 ωρών (Sawka et al, 2007).

Ένας σημαντικός στόχος, που θέτεται στους δρομείς μαραθωνίου (οι οποίοι είναι ευ-υδατωμένοι στην αρχή), είναι να πίνουν κατά βούληση από 0,4 σε 0,8 L/h, με υψηλότερους ρυθμούς στους γρηγορότερους και βαρύτερους ανθρώπους που αγωνίζονται σε ζεστό περιβάλλον και με χαμηλότερους ρυθμούς για τους πιο βραδείς και ελαφρότερους ανθρώπους που αγωνίζονται σε δροσερότερο περιβάλλον (Noakes, 2003). Είναι ξεκάθαρο ότι δεν είναι κατάλληλη η χρησιμοποίηση ενός μοναδικού ρυθμού αναπλήρωσης για όλους τους δρομείς, εν τούτοις η χρήση ειδικών περικοπών μπορεί να διευρύνουν την εφαρμογή γενικών οδηγιών. Επιπλέον, μεγαλύτερες διάρκειες ή διαφορετικοί τύποι φυσικής δραστηριότητας, περισσότερο ακραίος καιρός και μοναδικοί πληθυσμοί μπορεί να έχουν ουσιαστικά διαφορετικές ανάγκες αναπλήρωσης υγρών (Sawka et al, 2007).

Οι αθλητές γενικώς δεν επανυδατώνονται στα επίπεδα πριν την άσκηση κατά τη διάρκεια της άσκησης λόγω προσωπικής επιλογής, διαθεσιμότητας υγρών, συνθηκών του αγώνα ή συνδυασμού αυτών των παραγόντων. Θα πρέπει να στοχεύουν να πίνουν ποσότητες ισοδύναμες με τις απώλειες ιδρώτα και ούρων και ενώ σπάνια συναντούν αυτό το στόχο μπορούν αμέσως να χειρίζονται αυτούς τους μεγάλους όγκους (>1 L/h). Επιπροσθέτως, μπορεί να μην απαιτείται να ταιριάζουν ακριβώς την πρόσληψη υγρών με τις απώλειες ιδρώτα για να διατηρηθεί η ισορροπία του νερού, δεδομένου της μικρής συνεισφοράς νερού από τις μεταβολικές πορείες (Casa et al, 2000a).

Ένα σημαντικό πρόβλημα κατά τη διάρκεια της άσκησης στη ζέστη είναι η ελαχιστοποίηση εμφάνισης αφυδάτωσης, ισορροπώντας την πρόσληψη υγρών με τις απώλειες ιδρώτα. Είναι δύσκολο να ισορροπήσεις τον όγκο υγρών που καταναλώνονται με τον όγκο αποβολής ιδρώτα κατά τη διάρκεια άσκησης-έκθεσης στη ζέστη. Η κατά βούληση κατανάλωση υγρών θα έχει σαν αποτέλεσμα τη μη ολοκληρωμένη αναπλήρωση υγρών και την "εκούσια αφυδάτωση" (Sawka et al, 2001).

Η σύσταση των υγρών που καταναλώνονται είναι πολύ σημαντική. Το Ινστιτούτο Ιατρικής προβάλλει γενική οδηγία για τη σύνθεση των "αθλητικών ποτών" για άτομα που προπονούνται με παρατεταμένη φυσική δραστηριότητα σε ζεστό κλίμα (IOM, 1994). Συστήνουν ότι αυτοί οι τύποι ποτών υγρών αναπλήρωσης πρέπει να περιέχουν ~20-30 mEq/L νατρίου (χλωρίδιο ως ανιόν), ~2-5 mEq/L καλίου και ~5-10% υδατάνθρακες (IOM, 1994). Η ανάγκη για αυτά τα διαφορετικά συστατικά (υδατάνθρακες και ηλεκτρολύτες) θα εξαρτηθεί από τον ειδικό τύπο άσκησης (π.χ ένταση και διάρκεια) και τις κλιματικές συνθήκες. Το νάτριο και το κάλλιο βοηθούν στην αναπλήρωση των απωλειών ηλεκτρολυτών στον ιδρώτα, ενώ το νάτριο επίσης βοηθάει στη διέγερση της δίψας και οι υδατάνθρακες παρέχουν ενέργεια. Αυτά τα συστατικά

μπορούν να καταναλωθούν και από μη υγρές πηγές, όπως ζελές, ενεργειακές μπάρες και άλλα τρόφιμα (Sawka et al, 2007).

Για την επίτευξη μίας πρόσληψης υδατανθράκων που είναι ικανή να διατηρήσει την απόδοση, το άτομο θα πρέπει να καταναλώνει μισό με ένα λίτρο τυπικού αθλητικού ποτού κάθε ώρα (που περιλαμβάνει 6-8% υδατάνθρακες, οι οποίοι παρέχουν 30-80 g/h υδατανθράκων) μαζί με επαρκή νερό, ώστε να αποφευχθεί η υπερβολική αφυδάτωση (Sawka et al, 2007). Η συχνή κατανάλωση (κάθε 15 με 20 λεπτά) ενός μέτριου όγκου υγρών (200 mL) θα ήταν ιδανική, αλλά δεν είναι εφικτή σε αθλήματα με μεγάλες περιόδους μεταξύ των διαλειμμάτων (Casa et al, 2000a). Οι μεγαλύτεροι ρυθμοί απορρόφησης υδατανθράκων επιτυγχάνονται με ένα μείγμα σακχάρων (π.χ γλυκόζη, σουκρόζη, φρουκτόζη, μαλτοδεξτρίνη). Εφόσον η αναπλήρωση υγρών και υδατανθράκων συναντώνται με ένα ποτό, η συγκέντρωση υδατανθράκων δεν θα πρέπει να ξεπερνά το 8% ή να είναι ελαφρώς λιγότερη, διότι τα υψηλής συγκεντρώσεως σε υδατάνθρακες ποτά μειώνουν τη γαστρική εκκένωση (Jentjens et al, 2005; Wallis et al, 2005). Τελικώς, η κατανάλωση καφεΐνης μπορεί να βοηθήσει στην διατήρηση της απόδοσης (Cox et al, 2002), και πιθανώς να μην αλλάξει την κατάσταση υδάτωσης κατά τη διάρκεια της άσκησης (IOM, 2004).

Σύμφωνα με NATA οι συστάσεις για τροποποιήσεις όταν εργάζεσαι με αθλητές στην προεφηβική και εφηβική ηλικία που ασκούνται έντονα στη ζέστη και μπορεί να μην αντιλαμβάνονται τις ιατρικές συνέπειες και τις συνέπειες στην απόδοση που επέρχονται από την αφυδάτωση, είναι να εστιάσουμε στην τροποποίηση του προγράμματος και του αγώνα για να ελαχιστοποιήσουμε το περιβαλλοντικό στρες και να μεγιστοποιήσουμε το χρόνο για την αναπλήρωση των υγρών. Πρέπει να γίνονται διαθέσιμα τα πιο γευστικά ποτά. Να εκπαιδεύσουμε τους γονείς και τους προπονητές σχετικά με την επανυδάτωση και τα σημάδια αφυδάτωσης. Να μετακινούμε και να απομακρύνουμε ένα παιδί από τη δραστηριότητα ταχέως, εάν σημάδια ή συμπτώματα αφυδάτωσης εμφανιστούν (Casa et al, 2000a).

Συστάσεις: Τα άτομα θα πρέπει να αναπτύσσουν προγράμματα αναπλήρωσης υγρών που να προλαμβάνουν την υπερβολική (>2% μείωση του σωματικού βάρους από το αρχικό σωματικό βάρος) αφυδάτωση. Η τακτική μέτρηση του σωματικού βάρους πριν και μετά την άσκηση είναι χρήσιμη για την εκτίμηση των ρυθμών εφίδρωσης και των προγραμμάτων αναπλήρωσης υγρών. Η κατανάλωση ποτών που περιέχουν ηλεκτρολύτες και υδατάνθρακες μπορούν να βοηθήσουν στη διατήρηση της ισορροπίας υγρών-ηλεκτρολυτών και της απόδοσης (Sawka et al, 2007).

7.3 Μετά την άσκηση

Μετά την άσκηση, ο στόχος είναι η πλήρης αντικατάσταση οποιουδήποτε ελλείμματος υγρών και ηλεκτρολυτών. Ο ρυθμός με τον οποίο θα πρέπει να προσληφθούν εξαρτάται από την ταχύτητα με την οποία η επανυδάτωση θα πρέπει να εκπληρωθεί και από το μέγεθος του

ελλείμματος υγρών και ηλεκτρολυτών. Εάν ο χρόνος αποκατάστασης και οι ευκαιρίες επιτρέπουν την κατανάλωση φυσιολογικών γευμάτων και σνακ (με τα προμηθευόμενα τρόφιμα να περιέχουν επαρκές νάτριο ώστε να αντικατασταθούν οι απώλειες στον ιδρώτα) με ένα επαρκή όγκο καθαρού νερού θα επέλθει ευ-υδάτωση (Sawka et al, 2007). Εάν η αφυδάτωση είναι ουσιαστική με σχετικώς μικρές περιόδους αποκατάστασης (<12 ώρες) τότε προγράμματα επανυδάτωσης μπορεί να απαιτούνται (Maughan and Leiper, 1995; Maughan et al, 1996; Shirreffs and Maughan, 1998).

Με βάση τον όγκο και την ωσμωτικότητα, το καλύτερο υγρό για να καταναλωθεί μετά την άσκηση για να αναπληρώσει τα υγρά που χάθηκαν μέσω του ιδρώτα δεν μπορεί να είναι το νερό. Η κατανάλωση μόνο νερού μειώνει την ωσμωτικότητα, η οποία περιορίζει την οδηγία για κατανάλωση και ελαφρώς αυξάνει την αποβολή ούρων. Περιλαμβάνοντας νάτριο το ποτό (ή η διαίτα) επανυδάτωσης επιτρέπει στον όγκο υγρών να διατηρηθεί καλύτερα και αυξάνει την επιθυμία για κατανάλωση. Περιλαμβάνοντας υδατάνθρακες στο διάλυμα επανυδάτωσης μπορεί να βελτιώσει το ρυθμό εντερικής απορρόφησης του νατρίου και του νερού (Casa et al, 2000a).

Η αποτυχία της επαρκούς αναπλήρωσης των απωλειών νατρίου θα εμποδίσει την επιστροφή στην κατάσταση ευ-υδάτωσης και θα διεγείρει την επιπλέον παραγωγή ούρων (Maughan and Leiper, 1995). Η κατανάλωση νατρίου κατά τη διάρκεια της περιόδου αποκαταστάσεως θα βοηθήσει στη διατήρηση των καταναλωμένων υγρών και στη διέγερση της δίψας. Οι απώλειες νατρίου είναι πιο δύσκολο να εκτιμηθούν σε σύγκριση με τις απώλειες νερού και είναι γνωστό ότι τα άτομα χάνουν ηλεκτρολύτες μέσω του ιδρώτα σε διαφορετικούς ρυθμούς. Τα ποτά που περιέχουν νάτριο, όπως τα αθλητικά ποτά, θα ήταν χρήσιμα, αλλά αρκετά τρόφιμα μπορούν να παρέχουν τους απαιτούμενους ηλεκτρολύτες. Λίγο επιπλέον αλάτι θα ήταν χρήσιμο να προστεθεί στα γεύματα και στα υγρά αποκατάστασης, όταν οι απώλειες νατρίου στον ιδρώτα είναι υψηλές (Sawka et al, 2007).

Τα άτομα που κοιτάζουν να επιτελούν ταχεία και πλήρη αποκατάσταση από την αφυδάτωση θα πρέπει να πουν 1,5 L υγρών για κάθε κιλό σωματικού βάρους που χάθηκε (Shirreffs and Maughan, 1998). Ο επιπλέον όγκος απαιτείται για την ισοφάριση της αυξημένης παραγωγής ούρων που συνοδεύεται με την ταχεία κατανάλωση μεγάλων όγκων υγρών (Sawka et al, 2007). Αν η αναπλήρωση υγρών είναι ισοδύναμη με τις απώλειες ιδρώτα δεν αναπληρώνονται οι απώλειες των ούρων. Η κατανάλωση υγρών που είναι ισοδύναμη με 150% της απώλειας βάρους σώματος οδήγησε σε ιδανική επανυδάτωση 6 ώρες μετά την άσκηση (Shirreffs et al, 1996). Εν τούτοις, όταν είναι εφικτό, υγρά θα πρέπει να καταναλώνονται πέραν του χρόνου (και μαζί με ηλεκτρολύτες) παρά να καταναλώνονται σε μεγάλες δόσεις, ώστε να μεγιστοποιηθεί η διατήρηση υγρών (Kovacs et al, 2005; Wong et al, 1998).

Η ενδοφλέβια αναπλήρωση υγρών μετά την άσκηση μπορεί να συστήνεται σε άτομα με σοβαρή αφυδάτωση (>7% απώλεια σωματικού βάρους με ναυτία, εμετό ή διάρροια ή σε κάποιους που δεν μπορούν να αναπληρώσουν τα ελλείμματα υγρών και ηλεκτρολυτών. Για τις περισσότερες περιπτώσεις, η ενδοφλέβια αναπλήρωση υγρών δεν προβάλλει πλεονέκτημα πέραν της κατανάλωσης υγρών στην αναπλήρωση των ελλειμμάτων υγρών και ηλεκτρολυτών (Casa et al, 2000b). Μία πρακτική χρήση για την επιλογή της ενδοφλέβιας επανυδάτωσης έναντι της κατανάλωσης υγρών είναι στην περίπτωση, στην οποία σημαντική αφυδάτωση (>2% του σωματικού βάρους) εμφανιστεί εντός μίας μικρής χρονικής περιόδου σε συνδυασμό με μία σύντομη περίοδο ανάπαυσης πριν την ακόλουθη άσκηση (Shirreffs et al, 2004a)

Συστάσεις: Εάν ο χρόνος το επιτρέπει, η κατανάλωση φυσιολογικών γευμάτων και ποτών θα επιφέρουν την ευ-υδάτωση. Τα άτομα που θέλουν ταχεία και πλήρη αποκατάσταση από την αφυδάτωση μπορούν να πίνουν 1,5 L υγρών για κάθε κιλό σωματικού βάρους που χάθηκε. Η κατανάλωση ποτών και σνακ με νάτριο θα βοηθήσουν τη ταχεία και πλήρη αποκατάσταση, μέσω της διέγερσης της δίψας και τη διατήρηση υγρών. Η ενδοφλέβια αναπλήρωση είναι γενικώς μη πλεονεκτική, εκτός και αν απαιτείται ιατρικώς (Sawka et al, 2007).

8 Μέθοδοι εκτίμησης υδάτωσης

Διάφορες μέθοδοι έχουν χρησιμοποιηθεί για την εκτίμηση των επιπέδων υδάτωσης κατά τη διάρκεια περιόδων οξείας απώλειας υγρών. Αυτές οι μέθοδοι έχουν κατηγοριοποιηθεί σε μεθόδους αξιολόγησης του συνολικού σωματικού νερού (π.χ μέσω Βιοηλεκτρικής εμπέδησης: BIA, Bioelectrical Impedance Analysis), αξιολόγησης των αλλαγών της μάζας σώματος, σε αιματολογικές μετρήσεις (όγκος πλάσματος, ωσμωτικότητα πλάσματος), σε μετρήσεις στα ούρα (ωσμωτικότητα, ειδικό βάρος, χρώμα, όγκος ούρων) και σε άλλες μεθόδους (όπως αρτηρική πίεση, καρδιακή συχνότητα).

Παρακάτω παρουσιάζονται αναλυτικά οι διάφορες μέθοδοι εκτίμησης επιπέδων υδάτωσης.

8.1 Συνολικό σωματικό νερό (Total Body Water, TBW)

Όταν εκτιμούμε τα επίπεδα υδάτωσης ενός ατόμου, δεν υπάρχει μία τιμή για το συνολικό σωματικό νερό που να αντιπροσωπεύει την ευ-υδάτωση και επομένως προσδιορισμοί απαιτούνται να γίνουν για τις διακυμάνσεις του σωματικού νερού, πέραν του εύρους που έχει λειτουργικές συνέπειες. Ιδανικά, ο δείκτης εκτίμησης υδάτωσης θα πρέπει να είναι ευαίσθητος και ακριβής αρκετά για να ανακαλύπτει διακυμάνσεις του σωματικού νερού στο 3% (ή αλλαγή στη σύσταση νερού επαρκή να ανακαλύψει διακυμάνσεις του 2% του σωματικού βάρους για ένα μέσο άνθρωπο) (Sawka et al, 2007).

Σύμφωνα με ερευνητές ο δείκτης του συνολικού σωματικού νερού σε συνδυασμό με την μέτρηση της ωσμωτικότητας πλάσματος, προβάλλουν ως ο "χρυσός κανόνας" για την εκτίμηση των επιπέδων υδάτωσης (υψηλή ακρίβεια και αξιοπιστία). Το γεγονός ότι το συνολικό σωματικό νερό αποτελεί έγκυρη και αξιόπιστη μέθοδος για την εκτίμηση των επιπέδων υδάτωσης είναι ευρέως αποδεκτό. Η διάλυση των ισοτόπων και οι τεχνικές ανάλυσης της δραστηριότητας νετρονίων προτείνονται ως πρότυπες μέθοδοι για τη μέτρηση του συνολικού σωματικού νερού και των υγρών διαμερισμάτων του σώματος. Ο χρυσός κανόνας αποτελεί πρότυπο γιατί αναφέρεται στις εργαστηριακές μετρήσεις, με τους περιβαλλοντικούς παράγοντες, τις πειραματικές συνθήκες, τη διατροφή και την άσκηση να είναι κάτω από έλεγχο, όπου το συνολικό σωματικό νερό, ο όγκος των υγρών διαμερισμάτων του σώματος και η συγκέντρωση του εξωκυττάριου υγρού να μπορούν να σταθεροποιηθούν και να ισορροπήσουν. Εν τούτοις, κατά τη διάρκεια των καθημερινών δραστηριοτήτων τα υγρά του σώματος είναι σπανίως σταθερά και οι μετρήσεις του συνολικού σωματικού νερού μέσω των διαλυμάτων ισοτόπων (π.χ διάλυμα οξειδίου του δευτέρου) απαιτούν 3 με 5 ώρες για την εσωτερική ισορροπία και ανάλυση των ισοτόπων. Επομένως, οι τεχνικές διαλυμάτων ισοτόπων είναι μη πρακτικές κατά τη διάρκεια καθημερινών δραστηριοτήτων και απαιτούν πολλαπλές μετρήσεις μέσα στην ημέρα (Armstrong, 2007).

Η ανάλυση βιοηλεκτρικής εμπέδησης έχει κερδίσει την προσοχή διότι είναι απλή στη χρήση και επιτρέπει ταχείες, μη ακριβές και μη επιδρομικές εκτιμήσεις του συνολικού σωματικού νερού. Σύμφωνα με κάποιες έρευνες αξιολόγησης της εγκυρότητας της ανάλυσης βιοηλεκτρικής εμπέδησης, οι απόλυτες τιμές που εξάγονται από αυτή την τεχνική συσχετίζονται καλά με τις τιμές του συνολικού σωματικού νερού που παρατηρούνται από τα διαλύματα ισοτόπων. Οι έρευνες που αξιολόγησαν την εγκυρότητα της ανάλυσης βιοηλεκτρικής εμπέδησης έγιναν σε ευυδατωμένα άτομα κάτω από σταθεροποιημένες κλινικές συνθήκες (π.χ ελεγχόμενη διαίτα, στάση σώματος, θερμοκρασία δέρματος, μη δραστηριότητα) (Kushner, and Schoeler 1986; Kushner et al, 1992; Van Loan et al, 1995).

Τα τυπικά κόστη μπορεί να ποικίλουν από κάποιες εκατοντάδες σε λίγες χιλιάδες δολάρια για τα μηχανήματα ανάλυσης βιοηλεκτρικής εμπέδησης (Oppliger and Bartok, 2002).

Η ανάλυση βιοηλεκτρικής εμπέδησης βασίζεται στις ηλεκτρικές ιδιότητες των βιολογικών ιστών. Η εμπέδηση είναι μία μέτρηση της αντίστασης της ροής του εναλλασσόμενου ρεύματος. Επίσης, η εμπέδηση είναι χαμηλή στους ισχνούς ιστούς, οι οποίοι περιέχουν κυρίως εξωκυττάριο και ενδοκυττάριο υγρό και ηλεκτρολύτες, και υψηλή στα οστά, στους χώρους που περιέχουν αέρα και στο λιπώδη ιστό. Γενικώς, η εμπέδηση είναι ανάλογη με το συνολικό σωματικό νερό (Kuhlman et al, 2005).

Η ακρίβεια των περισσότερων αναλυτών εμπέδησης είναι περίπου 0,5% όταν μετρώνται αντικείμενα εξέτασης και αυτό αυξάνει επιπλέον 1% όταν εξετάζονται άνθρωποι. Η ακρίβεια των περισσότερων μηχανημάτων ανάλυσης βιοηλεκτρικής εμπέδησης είναι μέτρια, με προβλεπόμενα σφάλματα για το συνολικό σωματικό νερό να εκτείνονται μεταξύ 1,5-2,5 kg. Τα σφάλματα στην πρόβλεψη οφείλονται στην έλλειψη ακρίβειας στη μέτρηση της αντίστασης και του ύψους και στο σφάλμα που ενυπάρχει στην εξίσωση που χρησιμοποιείται. Τα μηχανήματα φασματοσκοπίας βιοηλεκτρικής εμπέδησης (BIS, Bioelectric Impedance Spectroscopy, μηχανήμα για την αξιολόγηση των επιπέδων εκτίμησης υδάτωσης) τείνουν να έχουν καλύτερη ακρίβεια (0,5 kg) και ακρίβεια <1,0 kg από ότι τα μηχανήματα ανάλυσης βιοηλεκτρικής εμπέδησης (Oppliger and Bartok, 2002).

Η ανάλυση βιοηλεκτρικής εμπέδησης μπορεί να μην έχει επαρκή ακρίβεια στην έγκυρη ανακάλυψη μέτριας αφυδάτωσης (περίπου 7% του συνολικού σωματικού νερού) και να παρουσιάζει απώλειες αναλύσεων στις ισοτονικές απώλειες υγρών (O' Brien et al, 1999). Επειδή οι συγκεντρώσεις υγρών, των ηλεκτρολυτών και της πρωτεΐνης πλάσματος μπορεί να έχουν ανεξάρτητα αποτελέσματα, η ανάλυση βιοηλεκτρικής εμπέδησης μπορεί να προάγει παραπλανητικές τιμές σχετικώς με την αφυδάτωση και την υπερ-υδάτωση (Gudivaka et al, 1999; O' Brien et al, 2002). Οι συγκεντρώσεις υγρών και ηλεκτρολυτών μπορεί να έχουν ανεξάρτητα

αποτελέσματα στην ανάλυση βιοηλεκτρικής εμπέδησης, αλλά συχνά προβάλλουν λανθασμένες τιμές σχετικώς με την κατάσταση αφυδάτωσης (O' Brien et al, 2002).

8.2 Αλλαγές στο Σωματικό Βάρος (ΔΣΒ)

Οι μετρήσεις του σωματικού βάρους προβάλλουν ένα άλλο απλό και αποτελεσματικό εργαλείο για την εκτίμηση της ισορροπίας υγρών. Για τα καλά υδατωμένα άτομα, τα οποία βρίσκονται σε ενεργειακή ισορροπία, το πρώτο πρωινό (μετά από διούρηση), χωρίς ρούχα σωματικό βάρος θα είναι σταθερό και θα έχει διακύμανση <1% (Cheuvront et al, 2004a; Grandjean et al, 2000, 2003). Το ελάχιστο 3 συνεχόμενες μετρήσεις του πρωινού, χωρίς ρούχα σωματικού βάρους θα πρέπει να γίνουν για να εγκατασταθεί μία βασική τιμή σωματικού βάρους, η οποία να προσεγγίζει την κατάσταση ευ-υδάτωσης, σε δραστήριους άνδρες που καταναλώνουν φαγητό και νερό κατά βούληση (Cheuvront et al, 2004a). Οι γυναίκες μπορεί να χρειάζονται περισσότερες μετρήσεις του σωματικού βάρους για να εγκαταστήσουν μία βασική τιμή, λόγω του ότι ο κύκλος εμμήνου ρύσεως επηρεάζει την κατάσταση του σωματικού νερού. Για παράδειγμα, οι ωχρινικές φάσεις μπορεί να αυξήσουν το σωματικό νερό και το σωματικό βάρος να είναι >2kg (Bunt et al, 1989). Τελικώς, το πρώτο πρωινό σωματικό βάρος επηρεάζεται από αλλαγές στην κατανάλωση φαγητού και τις συνήθειες του εντέρου (Sawka et al, 2007).

Οι οξείες αλλαγές στο σωματικό βάρος κατά τη διάρκεια της άσκησης μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την μέτρηση των ρυθμών εφίδρωσης και τις διαταραχές στα επίπεδα υδάτωσης που εμφανίζονται σε διαφορετικά περιβάλλοντα. Αυτή η προσέγγιση αναφέρεται στο ότι το 1 mL απώλειας ιδρώτα αντιπροσωπεύει το 1 g απώλειας στο σωματικό βάρος (π.χ ειδικό βάρος ιδρώτα είναι 1 g/mL). Οι μετρήσεις του σωματικού βάρους πριν την άσκηση χρησιμοποιούνται με το σωματικό βάρος μετά την άσκηση, που είναι διορθωμένο για τις απώλειες ούρων και τον όγκο πρόσληψης υγρών. Όταν είναι δυνατόν, το σωματικό βάρος χωρίς ρούχα θα πρέπει να χρησιμοποιείται για να αποφευχθούν οι διορθώσεις για τον ιδρώτα που είναι παγιδευμένος στα ρούχα. Άλλοι παράγοντες που δεν σχετίζονται με τον ιδρώτα και συνεισφέρουν στην απώλεια βάρους κατά τη διάρκεια της άσκησης είναι το νερό από την αναπνοή και την ανταλλαγή άνθρακα. Αγνοώντας αυτούς του δύο παράγοντες θα υπερεκτιμηθεί ο ρυθμός εφίδρωσης μέτρια (~5-15%), αλλά γενικώς δεν απαιτείται διόρθωση όταν η άσκηση διαρκεί <3 ώρες. Εάν γίνουν κατάλληλοι έλεγχοι, οι αλλαγές στο σωματικό βάρος μπορεί να προβάλλουν μία ευαίσθητη εκτίμηση αλλαγών του συνολικού σωματικού νερού για να εκτιμηθούν οι αλλαγές στην υδάτωση κατά τη διάρκεια της άσκησης (Sawka et al, 2007).

Οι δυνητικές πηγές σφάλματος στη χρήση της αλλαγής της μάζας σώματος και της απώλειας ιδρώτα περιλαμβάνουν την απώλεια μάζας με τη μορφή της αναπνευστικής απώλειας νερού και της απώλειας που οφείλεται στην οξείδωση υποστρωμάτων. Το νερό της οξείδωσης θα

προστεθεί στη δεξαμενή του σωματικού νερού και θα αντισταθμίσει κάποια από την απώλεια μάζας που οφείλεται στην οξείδωση υποστρωμάτων. Επιπλέον σφάλματα στις υποθέσεις σχετικά με την κατάσταση υδάτωσης μπορεί να προέρχονται από τις αλλαγές στην ωσμωτικότητα των ιστών, που οφείλονται στον μεταβολισμό υποστρωμάτων και στην απελευθέρωση νερού που είναι δεσμευμένο στο μυϊκό γλυκογόνο (Maughan et al, 2007).

Ο έλεγχος της ημερήσιας αλλαγής του σωματικού βάρους είναι η απλούστερη αξιολόγηση της υδάτωσης, χρησιμοποιώντας μία επαγγελματική ποιοτική ζυγαριά. Οι διακυμάνσεις βάρους (απώλειες) δεν θα πρέπει να ξεπερνούν το 1% του σωματικού βάρους (Oppliger and Bartok, 2002).

Ένας περιορισμός αυτής της μεθόδου είναι ότι η κατανάλωση υγρών δεν εξισώνει απαραίτητως την ισορροπία νερού στον εξωκυττάριο και ενδοκυττάριο διαμέρισμα (Oppliger and Bartok, 2002). Ο Popowski και οι συνεργάτες του έδειξαν ότι η οξεία κατανάλωση υγρών που είναι ισοδύναμη με απώλεια βάρους 5% δεν επιστρέφει την ωσμωτικότητα πλάσματος στις βασικές τιμές (Popowski et al, 2001). Επιπροσθέτως, έρευνα από τους Costill και Sparks προτείνει ότι η επανυδάτωση που ακολουθείται από μία απώλεια βάρους 6% κατά τη διάρκεια αγώνα απαιτεί 48-72 ώρες για την αποκατάσταση της ισορροπίας των υγρών σώματος (Costill and Sparks, 1973).

8.3 Αιματολογικοί δείκτες

Η αιμοληψία για ακόλουθη ανάλυση έχει ερευνηθεί και χρησιμοποιηθεί ως δείκτης των επιπέδων υδάτωσης. Η μέτρηση συγκέντρωσης αιμοσφαιρίνης και αιματοκρίτη μπορούν να χρησιμοποιηθούν για δείκτες εκτίμησης των επιπέδων υδάτωσης ή αλλαγής αυτών (Kavouras, 2002; Shirreffs, 2003), αλλά στην πραγματικότητα αυτές οι μετρήσεις αντιπροσωπεύουν αλλαγές στον όγκο πλάσματος και όχι στο συνολικό σωματικό νερό (Kavouras, 2002). Η τυποποίηση της στάσης για κάποιο χρόνο πριν την αιμοληψία είναι απαραίτητη ώστε να διακριθούν οι αλλαγές στον όγκο αίματος λόγω στάσης, στη συγκέντρωση αιμοσφαιρίνης και αιματοκρίτη, που εμφανίζονται λόγω απώλειας ή κατακράτησης νερού (Shirreffs, 2003). Ο αιματοκρίτης και η αιμοσφαιρίνη μπορεί να είναι έγκυροι δείκτες για την αξιολόγηση της υδάτωσης, αλλά αξιόπιστες αρχικές τιμές αυτών των παραμέτρων απαιτούνται για την ακριβή εκτίμηση των επιπέδων υδάτωσης (Kavouras, 2002).

Η συγκέντρωση νατρίου πλάσματος ή ορού και η ωσμωτικότητα θα αυξηθούν όταν η απώλεια νερού που επάγει την αφυδάτωση είναι υποτονική σε σχέση με το πλάσμα. Μία αύξηση σε αυτές τις συγκεντρώσεις θα ήταν αναμενόμενη, σε διάφορες περιπτώσεις υπο-υδάτωσης, συμπεριλαμβανομένου την απώλεια νερού από την έκκριση ιδρώτα, παραγωγή ούρων ή διάρροια. Εν τούτοις, σε εθελοντές που έχασαν πάνω από 3% της μάζας σώματος κυρίως μέσω

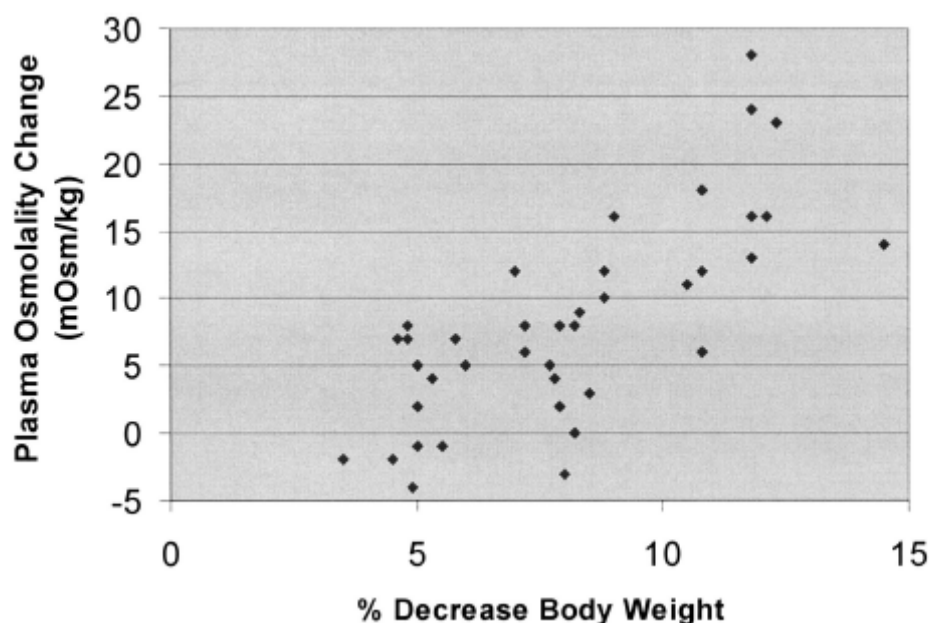
εφίδρωσης, δεν παρατηρήθηκε καμία αλλαγή στον αιματοκρίτη ή στην ωσμωτικότητα ορού, αλλά παρατηρήθηκαν αλλαγές στους δείκτες σχετικούς με τα ούρα (Francesconi et al, 1987). Όμοια ευρήματα με αυτά αναφέρθηκαν από τον Armstrong και τους συνεργάτες του (1994,1998). Αυτό πιθανόν να προτείνει ότι ο όγκος πλάσματος αμύνεται ώστε να διατηρηθεί η καρδιαγγειακή σταθερότητα και ότι οι μεταβλητές πλάσματος δεν θα επηρεάζονται από την υπο-υδάτωση μέχρι ένας βέβαιος βαθμός απώλειας σωματικού νερού να εμφανιστεί (Shirreffs, 2003).

Μία αύξηση της ωσμωτικότητας κατά 1% διεγείρει την αίσθηση της δίψας (π.χ αύξηση της πρόσληψης υγρών) και προκαλεί αύξηση της αντιδιουρητικής ορμόνης, που ξεπερνάει το 100% της βασικής τιμής (π.χ επαναρρόφηση του νερού στους νεφρούς). Η νευροενδοκρινής ρύθμιση της ωσμωτικότητας είναι τέτοια ώστε οι φυσιολογικές τιμές να μην παρεκκλίνουν περισσότερο από 1-2% από τη βασική τιμή των 287 mmol/kg σε υγιή, καλά υδατωμένα άτομα (Armstrong, 2005).

Η σχέση της ωσμωτικότητας πλάσματος με την απώλεια σωματικού νερού ποικίλει, όπως η λειτουργία της κατάστασης υδάτωσης πριν την άσκηση με αυτή κατά τη διάρκεια επαναλαμβανόμενων ασκήσεων σε ζεστό περιβάλλον (Armstrong, 2007).

Η ωσμωτικότητα πλάσματος μαζί με το συνολικό σωματικό νερό αποτελούν το "χρυσό κανόνα" για την εκτίμηση των επιπέδων υδάτωσης (υψηλή ακρίβεια και αξιοπιστία) (Armstrong, 2007).

Στη γραφική παράσταση 9 παρουσιάζεται η σχέση μεταξύ της απώλειας σωματικού νερού (% μείωση του σωματικού βάρους) και της αλλαγής στην ωσμωτικότητα πλάσματος. Τα δεδομένα προήλθαν από τον Sawka και τους συνεργάτες του (1996a). Εν τούτοις, υπάρχει μία μέτρια συσχέτιση ($r^2=0,61$) και η μεταβλητότητα για μία δεδομένη απώλεια νερού είναι μεγάλη. Για παράδειγμα, όταν οι εθελοντές έχασαν 8-9% του σωματικού βάρους (άξονας χ), η αλλαγή στην ωσμωτικότητα πλάσματος εκτείνεται μεταξύ -3 και +16 mOsm/kg (Armstrong, 2007).



Γραφική παράσταση 9: Η σχέση μεταξύ της απώλειας σωματικού νερού (% μείωση του σωματικού βάρους) και της αλλαγής στην ωσμωτικότητα πλάσματος. Πηγή: Armstrong, 2007.

Το νάτριο πλάσματος και η ωσμωτικότητα πλάσματος είναι σημαντικά σημάδια για τη διέγερση της αντιδιουρητικής ορμόνης πλάσματος, η οποία είναι η πιο σημαντική ορμόνη που ρυθμίζεται από τα υγρά. Οι μετρήσεις των ορμονών που ρυθμίζονται από τα υγρά, όπως η αντιδιουρητική ορμόνη, η ρενίνη, η αλδοστερόνη και η ατριοπεπτίνη, προσφέρουν σημαντική πληροφορία στην εκτίμηση των επιπέδων υδάτωσης. Για παράδειγμα η αντιδιουρητική ορμόνη αυξάνει γραμμικά με την ωσμωτικότητα πλάσματος. Τα αυξημένα επίπεδα αντιδιουρητικής ορμόνης έχουν ως αποτέλεσμα την ταχεία και σημαντική μείωση στην αποβολή ούρων, ενώ αυξάνουν την ωσμωτικότητα και το ειδικό βάρος ούρων (Kavouras, 2002).

Οι συγκεντρώσεις τεστοστερόνης, αδρεναλίνης και κορτιζόνης δεν επηρεάζονται από την υπο-υδάτωση, σε απώλεια μέχρι 5,1% του σωματικού βάρους, που επέρχεται από άσκηση στη ζέστη. Σε αντίθεση, η συγκέντρωση νοραδρεναλίνης ανταποκρίνεται στις αλλαγές της υδάτωσης, το οποίο σημαίνει ότι είναι πιθανόν να χρησιμοποιηθεί ως δείκτης εκτίμησης των επιπέδων υδάτωσης (Shirreffs, 2003).

Η μέτρηση των παραμέτρων του αίματος και του ορού είναι δαπανηρή, επιδρομική, εργαστηριακή και απαιτεί ένα εκπαιδευμένο άτομο στην αιμοληψία. Επιπροσθέτως, η αιμοληψία λαμβάνει μικρό, αλλά σημαντικό, κίνδυνο εμφάνισης μόλυνσης, μώλωπα και ζημιάς στη φλέβα (Oppliger and Bartok, 2002).

8.4 Δείκτες σχετικοί με τα ούρα

Η συλλογή δείγματος ούρων για ακόλουθη ανάλυση έχει ερευνηθεί και έχει χρησιμοποιηθεί για την εκτίμηση των επιπέδων υδάτωσης. Η μέτρηση της ωσμωτικότητας ούρων έχει εκτεταμένως μελετηθεί ως πιθανός δείκτης εκτίμησης των επιπέδων υδάτωσης. Επίσης, η ωσμωτικότητα ούρων μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με το ειδικό βάρος ούρων, ορίζοντας έναν επιπλέον δείκτη εκτίμησης των επιπέδων υδάτωσης. Επιπλέον, το χρώμα των ούρων μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εκτίμηση των επιπέδων υδάτωσης (Shirreffs, 2003).

Όταν μεγάλοι όγκοι ούρων αποβάλλονται, τα ούρα είναι αραιωμένα και τα διαλύματα αποβάλλονται σε μεγάλο όγκο. Αυτό δίνει στα ούρα ένα πολύ ανοιχτό χρώμα. Όταν μικροί όγκοι ούρων αποβάλλονται, τα ούρα είναι συγκεντρωμένα και τα διαλύματα αποβάλλονται σε μικρό όγκο. Αυτό δίνει στα ούρα ένα σκούρο χρώμα (Shirreffs, 2003).

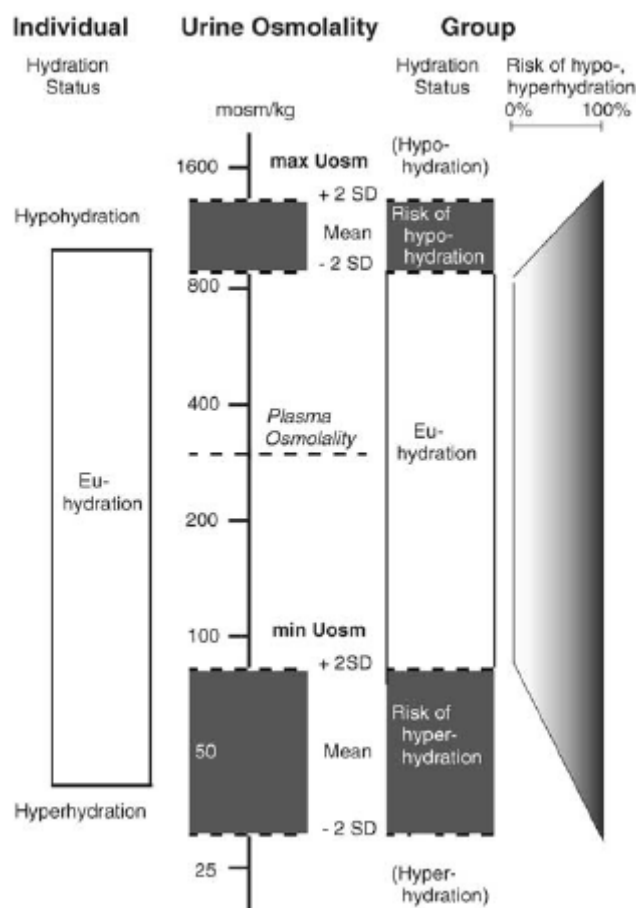
Ο Armstrong χρησιμοποιώντας μία κλίμακα 8 χρωμάτων, παρατήρησε μια γραμμική σχέση ανάμεσα στο χρώμα των ούρων, το ειδικό βάρος ούρων και την ωσμωτικότητα ούρων, και ότι το χρώμα των ούρων μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εκτίμηση των επιπέδων υδάτωσης σε αθλητικές και βιομηχανικές εγκαταστάσεις, αλλά δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε εργαστήρια που απαιτούν μεγαλύτερη ακρίβεια (Armstrong et al, 1994). Επίσης, σε έρευνα του Armstrong και των συνεργατών του βρέθηκε ότι το χρώμα των ούρων μπορεί να εκτιμήσει τις αλλαγές στο σωματικό νερό το ίδιο (ή περισσότερο) αποτελεσματικά με τους δείκτες: ωσμωτικότητα ούρων, ειδικό βάρος ούρων, όγκος ούρων, ωσμωτικότητα πλάσματος, νάτριο πλάσματος και συνολική πρωτεΐνη πλάσματος (Armstrong et al, 1998). Το χρώμα των ούρων επηρεάζεται από τη διαίτα, τα φάρμακα και την ασθένεια (Kavouras, 2002).

Το ειδικό βάρος ούρων αναφέρεται στην πυκνότητα (μάζα/ όγκος) ενός δείγματος σε σύγκριση με το καθαρό νερό (Armstrong, 2005). Επίσης, το ειδικό βάρος ούρων εξαρτάται από την ωσμωτικότητα ούρων και τη συγκέντρωση των ούρων σε ουρία, γλυκόζη και πρωτεΐνη (Oppliger and Bartok, 2002), ενώ αυξάνει με το έλλειμμα νερού (IOM, 2004). Τέλος, είναι ένας χρήσιμος δείκτης εκτίμησης των επιπέδων υδάτωσης σε άτομα, τα οποία είναι σε σχετικά σταθερή φυσική κατάσταση και έχειδειχθεί ότι είναι μία έγκυρη και πρακτική μέτρηση σε αθλητικές εγκαταστάσεις (Stover et al, 2006).

Οι φυσιολογικές τιμές της ωσμωτικότητας ούρων ποικίλουν από 50 με 1.200 mOsmol/L (Tilkian et al, 1995). Οι ατομικές αυξήσεις στην ωσμωτικότητα ούρων μπορεί να προβάλουν μία προσέγγιση στο ατομικό έλλειμμα νερού, υποθέτοντας ότι το φορτίο του διαλύματος παραμένει σταθερό (Armstrong et al, 1994). Επιπροσθέτως, η ωσμωτικότητα ούρων είναι αυξημένη όταν ωσμωτικά δραστήρια διαλύματα αποβάλλονται, όπως η γλυκόζη στους ασθενείς με μη ρυθμισμένο σακχαρώδη διαβήτη (Tilkian et al, 1995). Λόγω της υψηλής της μεταβλητότητας

και την εξάρτηση της από το αποβαλλόμενο διάλυμα, η ωσμωτικότητα ούρων δεν συστήνεται ως ένας καλός δείκτης της εκτίμησης των επιπέδων υδάτωσης.

Σε ένα άτομο η μέγιστη και ελάχιστη ωσμωτικότητα ούρων ορίζει την έκταση της ευ-υδάτωσης (εικόνα 5). Απεικονίζοντας τα δεδομένα της μέγιστης και ελάχιστης ωσμωτικότητας ούρων σε μία λογαριθμική κλίμακα, οι δύο λειτουργικές χωρητικότητες απέχουν σχεδόν το ίδιο από την ωσμωτικότητα πλάσματος, επιτρέποντας στους νεφρούς να καταβάλλουν διαφορές στους ρυθμούς έκκρισης νερού από τα ούρα μέχρι τον παράγοντα 20. Εφόσον σε ένα ειδικό στάδιο της ζωής και φύλου οι τιμές της μέγιστης και ελάχιστης ωσμωτικότητας ούρων είναι γνωστές σε μία αντιπροσωπευτική υποομάδα εθελοντών, τρεις κατηγορίες της 24ωρης υδάτωσης μπορούν να χαρακτηριστούν χρησιμοποιώντας δεδομένα από την ωσμωτικότητα ούρων: κίνδυνος για υπο-υδάτωση ($U_{osm} \geq \text{μέσος-2 τυπικές αποκλίσεις της μέγιστης } U_{osm}$), ευ-υδάτωση ($\text{μέσος-2 τυπικές αποκλίσεις της μέγιστης } U_{osm} > U_{osm} > U_{osm} \text{ μέσος-2 τυπικές αποκλίσεις της ελάχιστης } U_{osm}$), και κίνδυνος υπερ-υδάτωσης ($U_{osm} \leq \text{μέσος-2 τυπικές αποκλίσεις της ελάχιστης } U_{osm}$) (εικόνα 5). Σε ένα άτομο, αυτού του σταδίου της ζωής και αυτού του φύλου, η διάγνωση υπο(υπερ)-υδάτωσης υποθέτει επιπλέον κλινικά ή βιοχημικά σημεία της υπο(υπερ)-υδάτωσης. Επομένως, σε ομάδες υγιών εθελοντών ο μέσος-2 τυπικές αποκλίσεις της μέγιστης ωσμωτικότητας ούρων μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ένα φυσιολογικό κριτήριο για το ασφαλές ανώτατο επίπεδο ευ-υδάτωσης, εξασφαλίζοντας ευ-υδάτωση στο 97,7% των εθελοντών (Manz and Wentz, 2003).



Εικόνα 5: Η μέγιστη και ελάχιστη ωσμωτικότητα ούρων ορίζει την έκταση της ευ-υδάτωσης σε ένα άτομο. Πηγή: Manz and Wentz, 2003.

Η ωσμωτικότητα είναι μία μέτρηση συγκέντρωσης. Εν τούτοις ένας καινούριος όρος που αντιπροσωπεύει τον όγκο, η "εφεδρεία ελεύθερου νερού (mL/24ωρο)", έχει οριστεί σαν μία ποσοτική μέτρηση της ατομικής 24-ωρης ευ-υδάτωσης. Η εφεδρεία ελεύθερου νερού ανταποκρίνεται στην αλλαγή μεταξύ του μετρούμενου όγκου ούρων (mL/24ωρο) και του ιδανικού όγκου ούρων ($\text{mL/24ωρο} = \text{mOsm} \cdot 1000 \text{mL/24h} \cdot \text{mOsm}$), που είναι απαραίτητος για την αποβολή ούρων 24-ωρου (mosm/24h) στο μέσο-2 τυπικές αποκλίσεις της μέγιστης ωσμωτικότητας (π.χ 830mOsm/1000g νερού σε άτομα που καταναλώνουν μία τυπική δυτικού τύπου δίαιτα), υποθέτοντας ότι 1 g νερού ισοδυναμεί με 1 mL ούρων. Εφόσον σχεδόν όλοι οι εθελοντές (μέσος- 2 τυπικές αποκλίσεις ή 97,7%) του πληθυσμού εμφανίζουν ωσμωτικότητα ούρων 24-ωρου κάτω από το κριτήριο απαίτησης νερού (π.χ 830mOsm/kg) ή θετικές τιμές εφεδρείας ελεύθερου νερού, τότε ο πληθυσμός μπορεί να κατηγοριοποιηθεί ως επαρκώς υδατωμένος. Σε μία ομάδα με λειτουργικά χαμηλές τιμές μέγιστης ωσμωτικότητας ούρων, για παράδειγμα, στους καταναλωτές γλυκοπατάτας, ο υπολογισμός του ιδανικού όγκου θα πρέπει να λάβει υπόψη την ειδική τιμή του μικρότερου μέσου-2 τυπικές αποκλίσεις της μέγιστης ωσμωτικότητας ούρων (Manz and Wentz, 2003).

Η συγκέντρωση της αντιδιουρητικής ορμόνης με τον όγκο των ούρων και την ωσμωτικότητα ούρων είναι συσχετίζονται γραμμικά για τα χαμηλά προς μέτρια επίπεδα αντιδιουρητικής ορμόνης (1-5 pg/mL), ενώ για τα υψηλότερα επίπεδα (>5-10 pg/mL) η συσχέτιση φτάνει σε πλατό. Αυτό σημαίνει ότι μια επιπλέον αύξηση στην αντιδιουρητική ορμόνη δεν προάγει την ίδια αύξηση στη μη διούρηση και επιπλέον αύξηση στην ωσμωτικότητα ούρων, στο ειδικό βάρος ούρων και στο χρώμα των ούρων. Επομένως, είναι λογικό να προταθεί ότι όταν υψηλά επίπεδα αφυδάτωσης υφίστανται, οι δείκτες σχετικοί με τα ούρα μπορεί να μην περιγράφουν επαρκώς το βαθμό αφυδάτωσης, τόσο καλά όσο κατά τη μέτρια αφυδάτωση (Kavouras, 2002).

Η πιο απλή μέθοδος εκτίμησης των επιπέδων υδάτωσης είναι η σύγκριση του χρώματος των ούρων (σε ένα δείγμα σε δοχείο) με μία κλίμακα χρώματος ούρων (στο παράρτημα 1 παρουσιάζεται μία τέτοια κλίμακα). Η μέτρηση του ειδικού βάρους ούρων με ένα διαθλασίμετρο (διαθέσιμο με λιγότερο από 150 δολάρια) είναι λιγότερο υποκειμενική από τη σύγκριση του χρώματος των ούρων και επίσης είναι εύκολη στη χρήση. Ο όγκος των ούρων είναι ένας άλλος δείκτης εκτίμησης των επιπέδων υδάτωσης αλλά είναι ακατάλληλος για συλλογή και μέτρηση. Η μέτρηση των ούρων πρέπει να γίνεται πριν την άσκηση, ενώ η μέτρηση του σωματικού βάρους πρέπει να αξιολογείται πριν, κατά τη διάρκεια και μετά την άσκηση για την εκτίμησης της ισορροπίας υγρών (Casa et al, 2000a).

Οι τιμές ούρων μπορεί να προβάλλουν παραπλανητική πληροφορία όσον αφορά τα επίπεδα υδάτωσης εάν αποκτηθούν κατά τη διάρκεια περιόδων επανυδάτωσης. Για παράδειγμα, εάν αφυδατωμένα άτομα καταναλώσουν μεγάλους όγκους υποτονικών υγρών, θα έχουν άφθονη παραγωγή ούρων πριν η ευ-υδάτωση επανεγκατασταθεί. Τα δείγματα ούρων που θα συλλεχθούν αυτή την περίοδο θα είναι ανοιχτά σε χρώμα και θα έχουν τιμές ειδικού βάρους ούρων και ωσμωτικότητας ούρων που θα αντανakλούν την κατάσταση ευ-υδάτωσης, ενώ στην πραγματικότητα τα άτομα είναι αφυδατωμένα. Αυτό δίνει έμφαση στην ανάγκη χρήσης είτε δειγμάτων πρώτων πρωινών ούρων ή δειγμάτων μετά από μερικές ώρες σταθερών επιπέδων υδάτωσης, ώστε να επιτραπεί έγκυρη διάκριση μεταξύ ευ-υδάτωσης και αφυδάτωσης (Sawka et al, 2007).

Το χρώμα των ούρων και η ωσμωτικότητα ούρων είναι φτωχοί δείκτες εκτίμησης των επιπέδων υδάτωσης, που μετρήθηκαν από την ισορροπία μεταξύ πρόσληψης υγρών και αποβολής ούρων μέχρι 6 ώρες μετά την άσκηση (Kovacs et al, 1999).

Ένας αθλητής δεν θεωρείται αφυδατωμένος όταν το ειδικό βάρος ούρων είναι λιγότερο ή ίσο με 1,020 ή όταν το χρώμα των ούρων είναι λιγότερο ή ίσο με 4 (κλίμακα χρωμάτων)(Casa et al, 2000a). Για την ωσμωτικότητα ούρων που είναι περισσότερο ευμετάβλητη, τιμές <700 mOsmol/kg είναι ένδειξη ευ-υδάτωσης (Sawka et al, 2007).

Η μέτρηση των δεικτών των ούρων για την εκτίμηση των επιπέδων υδάτωσης δεν είναι ακριβή και απαιτεί ελάχιστη εμπειρία από τον τεχνικό. Επιπροσθέτως, κάποιες από αυτές τις μεθόδους είναι εύκολο να χρησιμοποιηθούν και από τους αθλητές (Oppliger and Bartok, 2002).

Οι μέθοδοι που μπορούν να χειριστούν οι ίδιοι οι αθλητές είναι το χρώμα των ούρων, η ποιοτική εκτίμηση του όγκου των ούρων και η χρήση βυθιζόμενων ράβδων για τη μέτρηση του ειδικού βάρους ούρων (Oppliger and Bartok, 2002).

Είναι λογικό να συμπεράνουμε ότι οι δείκτες σχετικοί με τα ούρα, για την εκτίμηση των επιπέδων υδάτωσης, προβάλλουν μία ακριβή εκτίμηση των επιπέδων υδάτωσης κατά τη μέτρια αφυδάτωση, αλλά υπάρχουν κάποιες περιπτώσεις στις οποίες αλλάζουν ανεξάρτητα από τα επίπεδα υδάτωσης. Αυτές οι περιπτώσεις περιλαμβάνουν την ταχεία επανυδάτωση, την κατανάλωση αλκοόλ, την κατανάλωση καφεΐνης, τη σημαντική ασθένεια και τη σοβαρή αφυδάτωση (Kavouras, 2002).

8.5 Άλλες μέθοδοι

Τα επίπεδα υδάτωσης έχουν επίσης εκτιμηθεί από ένα αριθμό λιγότερων κοινών εξεταζόμενων παραμέτρων. Για παράδειγμα, οι αλλαγές στην απόκριση της καρδιακής συχνότητας και της συστολικής αρτηριακής πίεσης στην αλλαγή στάσης έχουν παρατηρηθεί στις κλινικές καταστάσεις της αφυδάτωσης και επανυδάτωσης (Shirreffs, 2003).

Πράγματι, είναι καλά τεκμηριωμένο ότι η αφυδάτωση μόνη της αυξάνει την καρδιακή συχνότητα στην ηρεμία και κατά τη διάρκεια υπομέγιστης άσκησης. Η αφυδάτωση επίσης εμφανίζεται να προάγει την ορθοστατική δυσανοχή, όπου η κατανάλωση υγρών σε αφυδατωμένα άτομα βελτώνει την απόδοση σε τεστ ορθοστατικής ανοχής. Επομένως, η αρτηριακή πίεση και η καρδιακή συχνότητα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να προβάλλουν επιπλέον πληροφορία στην εκτίμηση των επιπέδων υδάτωσης, ακόμη και αν δεν είναι ικανές να ορίσουν ανισορροπίες υγρών ανεξάρτητα από άλλους δείκτες (Kavouras, 2002).

8.6 Συνολική αξιολόγηση

Ένας δείκτης εκτίμησης των επιπέδων υδάτωσης θα πρέπει να είναι ευαίσθητος, ακριβής και επίσης πρακτικός (χρόνος, κόστος και τεχνική επιδεξιότητα) για να χρησιμοποιηθεί από τα άτομα και τους προπονητές (Sawka et al, 2007).

Στον πίνακα 8 παρουσιάζονται επιλεγμένα χαρακτηριστικά (π.χ κόστος ανάλυσης, χρόνος διεξαγωγής, πιθανότητα εμφάνισης ενάντιων γεγονότων, κ.α) των μεθόδων εκτίμησης υδάτωσης (Armstrong, 2007).

Πίνακας 8. Επιλεγμένα χαρακτηριστικά των 13 μεθόδων εκτίμησης επιπέδων υδάτωσης						
Μέθοδος εκτίμησης επιπέδων υδάτωσης	Υγρά σώματος που αξιολογούνται	Κόστος ανάλυσης	Χρόνος που απαιτείται	Τεχνική εμπειρία που απαιτείται	Ικανότητα μεταφοράς	πιθανότητα εμφάνισης ενάντιων γεγονότων
Σταθερά ισότοπα	ECF & ICF	3	3	3	3	2 ή 3 ^α
Ανάλυση δραστηριότητας ουδετερονίων	ECF & ICF	3	3	3	3	2
BIS	Αβέβαιο	2	3	2	2	1
Αλλαγή στο σωματικό βάρος ^β	ECF & ICF	1	1	1	1	1
Ωσμωτικότητα πλάσματος ^γ	ECF	3	2	3	3	2
% αλλαγή στον όγκο πλάσματος	Αίμα	2	2	3	3	2
Ωσμωτικότητα ούρων	Ούρα	3	2	3	3	1
Ειδικό βάρος ούρων	Ούρα	1	1	2	1	1
Αγωγιμότητα ούρων	Ούρα	2	2	2	3 ^δ	1
Χρώμα ούρων	Ούρα	1	1	1	1	1
Όγκος ούρων 24-ωρου	Ούρα	1	1	1	1	1
Ρυθμός ροής, ωσμωτικότητα, συνολική πρωτεΐνη στο σάλιο	Σάλιο	2-3	2	3	2-3	1
Βαθμός δίψας	Υποθάλαμος	1	1	1	1	1

1=μικρό
2=μέτριο
3=μεγάλο

1=μικρός
2=μέτριος
3=μεγάλος

1=μικρή
2=μέτρια
3=μεγάλη

1=ναι
2=μέτρια
3=όχι

1=χαμηλή
2=μέτρια
3=υψηλή

BIS: φασματοσκοπία βιοηλεκτρικής εμπέδησης, ECF: εξωκυττάριο υγρό, ICF: ενδοκυττάριο υγρό

α= εξαρτάται από τον τύπο των ισοτόπων που χρησιμοποιούνται (π.χ ραδιενεργά, σταθερά, μη ραδιενεργά)

β= μέτρηση με επίπεδη ζυγαριά

γ= στηρίζεται στη μέθοδο ταπείνωσης σημείου τήξεως

δ= είναι διαθέσιμα μηχανήματα για τη μέτρηση της αγωγιμότητας, που μεταφέρονται εύκολα

Πηγή: Armstrong, 2007

Στον πίνακα 9 παρουσιάζεται αξιολόγηση των δεικτών εκτίμησης επιπέδων υδάτωσης. Οι μέθοδοι διάλυσης του συνολικού σωματικού νερού μαζί με τις μετρήσεις ωσμωτικότητας πλάσματος προβάλλουν ως οι πιο έγκυρες και ακριβείς μετρήσεις της εκτίμησης των επιπέδων υδάτωσης σώματος, αλλά δεν είναι πρακτικές για χρήση από όλα τα άτομα. Άλλοι δείκτες, όπως ο όγκος πλάσματος, οι ορμόνες ρύθμισης των υγρών και η ανάλυση βιοηλεκτρικής εμπέδησης είναι συγχυτικές και/ ή δεν είναι έγκυρες. Τα άτομα μπορούν να εκτιμούν τα επίπεδα υδάτωσης τους μέσω διάφορων απλών δεικτών (ούρα και σωματικό βάρος) αλλά αυτοί από μόνοι τους έχουν αξιοσημείωτους περιορισμούς, αν και όταν χρησιμοποιούνται κάτω από κατάλληλες συνθήκες μπορούν να προβάλλουν πολύτιμη γνώση (Sawka et al, 2007).

Η χρήση της πρώτης πρωινής μέτρησης του σωματικού βάρους μετά από την εκκένωση, σε συνδυασμό με μία μέτρηση της συγκέντρωσης ούρων θα επιτρέψουν επαρκή ευαισθησία στην εκτίμηση των αποκλίσεων στην ισορροπία υγρών. Οι δείκτες σχετικοί με τα ούρα μπορεί να επιτρέψουν διάκριση αν ένα άτομο είναι ευ-υδατωμένο ή αφυδατωμένο. Το ειδικό βάρος ούρων και η ωσμωτικότητα ούρων είναι ποσοτικοποιημένες, όπου το χρώμα και ο όγκος ούρων είναι συχνά υποκειμενικά κριτήρια και μπορεί να είναι συγχυτικά. Το ειδικό βάρος ούρων $\leq 1,020$ g/mL είναι ένδειξη ευ-υδάτωσης. Η ωσμωτικότητα ούρων είναι περισσότερο ευμετάβλητη, αλλά τιμές <700 mOsmol/kg είναι ένδειξη ευ-υδάτωσης (Sawka et al, 2007).

Πίνακας 9. Δείκτες εκτίμησης επιπέδων υδάτωσης			
Μέτρηση	Πρακτικότητα	Εγκυρότητα (οξείων έναντι χρόνιων αλλαγών)	EUH Cut off
Συνολικό νερό σώματος	Χαμηλή	Οξείες και χρόνιες	$<2\%$
Ωσμωτικότητα πλάσματος	Μέτρια	Οξείες και χρόνιες	<290 mOsmol
Ειδικό βάρος ούρων	Υψηλή	Χρόνιες	$<1,020$ g/mL
Ωσμωτικότητα ούρων	Υψηλή	Χρόνιες	<700 mOsmol
Σωματικό Βάρος	Υψηλή	Οξείες και χρόνιες	$<1\%$
EUH=ευ-υδάτωση, Πηγή: Sawka et al, 2007			

Το χρώμα των ούρων, η ωσμωτικότητα ούρων και το ειδικό βάρος ούρων δεν έχουν συσχετισθεί σημαντικά με την ωσμωτικότητα πλάσματος, το νάτριο πλάσματος και τον αιματοκρίτη. Αυτή η παρατήρηση δείχνει ότι οι αιματολογικές μετρήσεις δεν είναι τόσο ευαίσθητες στην μέτρια υπο-υδάτωση (μεταξύ των ημερών), όπως οι δείκτες σχετικοί με τα ούρα (Armstrong et al, 1994).

Επίσης, το χρώμα των ούρων, η ωσμωτικότητα ούρων και το ειδικό βάρος ούρων είναι έγκυροι δείκτες για την εκτίμηση των επιπέδων υδάτωσης και η αξιοσημείωτη αφυδάτωση, η

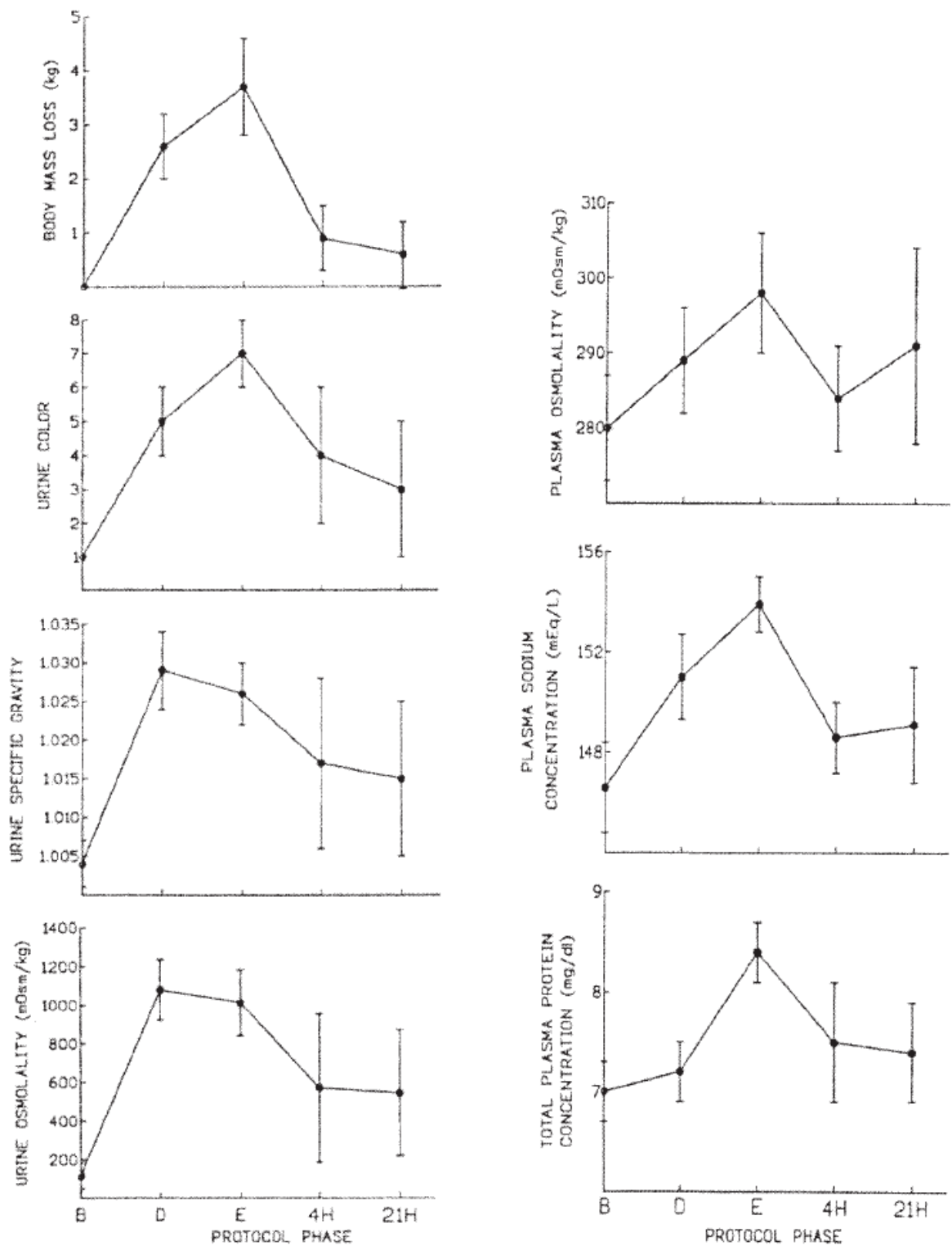
άσκηση και η επανυδάτωση έχουν μικρή επίδραση στην εγκυρότητα και στην ευαισθησία αυτών των δεικτών (Armstrong et al, 1998).

Οι μέθοδοι που ευρέως χρησιμοποιούνται είναι η ωσμωτικότητα πλάσματος, η ωσμωτικότητα ούρων και το ειδικό βάρος ούρων (Casa et al, 2005; Armstrong et al, 2005).

Στον πίνακα 10 παρουσιάζεται η κατηγοριοποίηση των επιπέδων υδάτωσης (καλά υδατωμένος, ελάχιστη αφυδάτωση, σημαντική αφυδάτωση, σοβαρή αφυδάτωση) ανάλογα με κάποιους από τους δείκτες εκτίμησης επιπέδων υδάτωσης (% αλλαγή του σωματικού βάρους, χρώμα των ούρων και ειδικό βάρος ούρων) (Casa et al, 2000a).

Πίνακας 10. Δείκτες εκτίμησης επιπέδων υδάτωσης			
Κατάσταση	% αλλαγή του σωματικού βάρους	Χρώμα των ούρων	Ειδικό βάρος ούρων
Καλά υδατωμένος	+1 με -1	1 ή 2	<1,010
Ελάχιστη αφυδάτωση	-1 με -3	3 ή 4	1,010-1,020
Σημαντική αφυδάτωση	-3 με -5	5 ή 6	1,021-1,030
Σοβαρή αφυδάτωση	>5	>6	>1,030
Πηγή: Casa et al, 2000a			

Στην εικόνα 6 παρουσιάζονται οι αλλαγές στη μάζα σώματος, στο χρώμα των ούρων, στο ειδικό βάρος ούρων, στην ωσμωτικότητα ούρων, στην ωσμωτικότητα πλάσματος, στο νάτριο πλάσματος και στη συνολική πρωτεΐνη πλάσματος κατά τη διάρκεια αφυδάτωσης 41 ωρών και επανυδάτωσης σε υψηλά προπονημένους ποδηλάτες (Armstrong et al, 1998).



Εικόνα 6: Οι αλλαγές στη μάζα σώματος, στο χρώμα των ούρων, στο ειδικό βάρος ούρων, στην ωσμωτικότητα των ούρων, στην ωσμωτικότητα πλάσματος, στο νάτριο πλάσματος και στη συνολική πρωτεΐνη πλάσματος κατά τη διάρκεια αφυδάτωσης 41 ωρών και επανυδάτωσης σε υψηλά προπονημένους ποδηλάτες. B: Βασική κατάσταση πριν το τεστ, D: Αφυδάτωση ~4% της μάζας σώματος, E: μετά από ποδηλασία μέχρι εξάντληση, 4H: 4 ώρες μετά την επανυδάτωση κατά βούληση, 21H: 21 ώρες μετά την επανυδάτωση κατά βούληση. Πηγή: Armstrong et al, 1998.

9 Σκοπός

Η κατάσταση υδάτωσης και η επαρκής πρόσληψη υγρών είναι θέματα που απασχολούν από το μέσο άνθρωπο μέχρι τον αθλητή που ασχολείται επαγγελματικά με τον αθλητισμό. Με αφορμή αυτό το γεγονός ασχοληθήκαμε με την υδάτωση και τις μεθόδους που εκτιμούν τα επίπεδα υδάτωσης και κατά πόσο αυτές οι μέθοδοι αξιολογούν πράγματι τα επίπεδα υδάτωσης (ακρίβεια, εγκυρότητα, αξιοπιστία). Επιπλέον, δεν υπάρχουν αρκετές έρευνες που να έχουν ασχοληθεί με την εκτίμηση υδάτωσης σε νεαρούς αθλητές. Έτσι, σκοπός της παρούσας έρευνας είναι η αξιολόγηση των πρακτικών μεθόδων εκτίμησης των επιπέδων υδάτωσης σε νεαρούς αθλητές και αν το χρώμα των ούρων μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν μέθοδος αξιολόγησης των επιπέδων εκτίμησης υδάτωσης αντί των εργαστηριακών μεθόδων, όπως η ωσμωτικότητα και το ειδικό βάρος ούρων.

Γ. Μεθοδολογία

Δείγμα

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε προπονητικό κάμπ (Sport Camp) στην περιοχή του Λουτρακίου, τον Αύγουστο του 2007 και είναι μία διατμηματική, συγχρονική μελέτη. Στην έρευνα συμμετείχαν 92 νεαροί αθλητές (49 κορίτσια και 43 αγόρια) της πετοσφαίρισης (49 κορίτσια και 15 αγόρια) και της καλαθοσφαίρισης (28 αγόρια), ηλικίας $13,8 \pm 4,2$ ετών, σωματικού βάρους $54,9 \pm 13,7$ kg και ύψους $164 \pm 13,9$ cm. Οι νεαροί αθλητές ήταν παίκτες ομάδων πετοσφαίρισης ή καλαθοσφαίρισης. Η θερμοκρασία κατά τη διάρκεια του κάμπ κυμαινόταν από 25°C έως 35°C .

Οι νεαροί αθλητές που έλαβαν μέρος στην έρευνα ήταν όλοι τους υγιείς και η συμμετοχή τους ήταν εθελοντική.

Το πρωτόκολλο της έρευνας εγκρίθηκε από την Επιτροπή Βιο-ηθικής του Χαροκοπείου Πανεπιστημίου και όλες οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν υπό πρότυπες συνθήκες, με βάση τη Συνθήκη της Γενεύης για την έρευνα σε ανθρώπους.

Πειραματικός Σχεδιασμός-Συλλογή δεδομένων

Οι νεαροί αθλητές συμμετείχαν στο κάμπ για εκπαίδευση σχετικά με το άθλημα της πετοσφαίρισης ή της καλαθοσφαίρισης και για την καλοκαιρινή τους προετοιμασία. Την πρώτη ημέρα προσέλευσης στο κάμπ ενημερώθηκαν σχετικά με τις δραστηριότητες που θα ακολουθούσαν κατά τη διάρκεια του προγράμματος και για την έρευνα στην οποία θα συμμετείχαν μετά από δική τους απόφαση. Την προτελευταία ημέρα (1 ημέρα πριν φύγουν από το κάμπ, τελευταία ημέρα των προπονήσεων) το πρωί, πριν οι αθλητές πάρουν πρωινό και ξεκινήσουν τις προπονήσεις τους, πραγματοποιήθηκε συλλογή των πρώτων πρωινών ούρων και στη συνέχεια ζύγιση (χωρίς παπούτσια και ελαφρύ ρουχισμό). Παράλληλα, ελήφθησαν ερωτηματολόγια σχετικά με την αίσθηση της δίψας (Rolls et al, 1980) και τις συνήθειες υδάτωσης κατά την άσκηση (Hydration Habits Questionnaire) (Παράρτημα 2).

Επίσης, την τελευταία ημέρα των προπονήσεων ελήφθησαν τα εξής ερωτηματολόγια: για την ύπαρξη ενοχλήσεων μετά την άσκηση (Environmental Symptoms Questionnaire, Kobrick and Sampson, 1979; Sampson and Kobrick, 1980) και σχετικά με την υδάτωση στο προπονητικό κάμπ (Exit Questionnaire) (Παράρτημα 2).

Η συλλογή των πρώτων πρωινών ούρων πραγματοποιήθηκε για την εκτίμηση των επιπέδων υδάτωσης. Οι αναλύσεις που έγιναν στα ούρα ήταν οι εξής: ειδικό βάρος, ωσμωτικότητα και χρώμα ούρων (δείκτες σχετικά με τα ούρα για την εκτίμηση των επιπέδων υδάτωσης).

Η λήψη του σωματικού βάρους έγινε με την ηλεκτρονική ζυγαριά (Seca, model 7701321004, Germany, Εικόνα 7), ακρίβειας 0,1 kg και μέγιστης ζύγισης 200 kg. Το ειδικό βάρος

αξιολογήθηκε με διαθλασίμετρο (Gast Manufacturing, Inc, Michigan, USA, Εικόνα 8). Η ωσμωτικότητα αξιολογήθηκε με ωσμόμετρο (3D3 Advanced Osmometer, Advanced Instruments, Inc, MA, USA, Εικόνα 9) που στηρίζεται στην ταπείνωση σημείου τήξεως. Το χρώμα των ούρων αξιολογήθηκε σε σύγκριση με την κλίμακα για το χρώμα των ούρων (Παράρτημα 1).



Εικόνα 7. Ηλεκτρονική ζυγαριά



Εικόνα 8. Διαθλασίμετρο



Εικόνα 9. Ωσμόμετρο

Στατιστική ανάλυση

Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια του προγράμματος SPSS 13. Οι στατιστικοί έλεγχοι που πραγματοποιήθηκαν είναι Independent-samples T test και One-Way ANOVA και τα στατιστικά κριτήρια που χρησιμοποιήθηκαν είναι X^2 , Pearson Correlation και Kappa. Το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας που χρησιμοποιήθηκε είναι το 0,05 (5%).

Δ. Αποτελέσματα

Ωσμωτικότητα, Ειδικό Βάρος και Χρώμα ούρων

Στους νεαρούς αθλητές η ωσμωτικότητα ούρων ήταν $843,2 \pm 257,4$ mOsmol/kg (μέση τιμή±τυπική απόκλιση, ένδειξη αφυδάτωσης σύμφωνα με το Αμερικάνικο Κολέγιο Αθλητιατρικής), το ειδικό βάρος ούρων ήταν $1,026 \pm 0,009$ g/mL (μέση τιμή±τυπική απόκλιση, ένδειξη σημαντικής αφυδάτωσης σύμφωνα με την NATA) και το χρώμα των ούρων ήταν $3,76 \pm 1,16$ (μέση τιμή±τυπική απόκλιση, ένδειξη ελάχιστης αφυδάτωσης σύμφωνα με την NATA). Στον πίνακα 11 παρουσιάζονται η μέση τιμή±τυπική απόκλιση, η μέγιστη τιμή, η ελάχιστη τιμή και τα εκατοστημόρια (25, 50, 75) των παραπάνων δεικτών.

Πίνακας 11. Ωσμωτικότητα, Ειδικό Βάρος και Χρώμα Ούρων			
	Ωσμωτικότητα ούρων (mOsmol/kg)	Ειδικό βάρος ούρων (g/mL)	Χρώμα ούρων
Μέση Τιμή ± Τυπική Απόκλιση	843,2 ±257,4	1,026±0,009	3,76±1,16
Ελάχιστη Τιμή	269	1,007	1
Μέγιστη Τιμή	1293	1,040	7
Εκατοστημόριο 25	642,25	1,020	3
50	876,00	1,027	3,5
75	1059,00	1,034	4

Επίσης, μετατρέψαμε τις μεταβλητές της ωσμωτικότητας ούρων, του ειδικού βάρους ούρων και του χρώματος των ούρων σε μεταβλητές με δύο κατηγορίες, ανάλογα με τις τιμές που ορίζουν το Αμερικάνικο Κολέγιο Αθλητιατρικής και το NATA, για την αξιολόγηση της κατάστασης υδάτωσης. Συγκεκριμένα, για την ωσμωτικότητα ορίσαμε τη μεταβλητή Uosm_700 (Urine osmolality), που παίρνει τις τιμές <700 mOsmol/kg και ≥ 700 mOsmol/kg (σύμφωνα με το Αμερικάνικο Κολέγιο Αθλητιατρικής η ευ-υδάτωση ορίζεται όταν η ωσμωτικότητα ούρων είναι <700 mOsmol/kg), για το ειδικό βάρος ούρων τη μεταβλητή USG_1.020 (Urine Specific Gravity), που παίρνει τις τιμές $\leq 1,020$ g/mL και $>1,020$ g/mL (σύμφωνα με NATA τιμές $\leq 1,020$ g/mL ορίζουν ελάχιστη αφυδάτωση, ενώ σύμφωνα με το Αμερικάνικο Κολέγιο Αθλητιατρικής τιμές $\leq 1,020$ g/mL ορίζουν ευ-υδάτωση) και τη μεταβλητή USG_1.030, που παίρνει τις τιμές $\leq 1,030$ g/mL και $>1,030$ g/mL (σύμφωνα με NATA τιμές $\leq 1,030$ g/mL ορίζουν σημαντική αφυδάτωση και τιμές $>1,030$ g/mL ορίζουν σοβαρή αφυδάτωση) και για το χρώμα των ούρων ορίσαμε τη μεταβλητή Ucol_3 (Urine color), που παίρνει τις τιμές <3 και ≥ 3 (σύμφωνα με NATA τιμές <3 ορίζουν ευ-υδάτωση και τιμές ≥ 3 ορίζουν ελάχιστη αφυδάτωση) και τη

μεταβλητή Ucol_4, που παίρνει τις τιμές ≤ 4 και >4 (σύμφωνα με NATA τιμές ≤ 4 ορίζουν ελάχιστη αφυδάτωση και τιμές >4 ορίζουν σημαντική αφυδάτωση). Στον πίνακα 12 παρουσιάζονται οι σχετικές συχνότητες εμφάνισης των κατηγοριών των παραπάνω μεταβλητών.

Πίνακας 12. Σχετικές συχνότητες: Uosm_700, USG_1.020, USG_1.030, Ucol_3, Ucol_4					
Δείκτης εκτίμησης των επιπέδων υδάτωσης	Ευ-υδάτωση (%)	Αφυδάτωση (%)	Ελάχιστη αφυδάτωση (%)	Σημαντική αφυδάτωση (%)	Σοβαρή αφυδάτωση (%)
Uosm_700	28,4*	71,6*			
USG_1.020	31,5*	68,5*	31,5**	68,5**	
USG_1.030				59,6**	40,4**
Ucol_3	10,3**		89,7**		
Ucol_4			77,0**	23,0**	

* Αξιολόγηση σύμφωνα με το Αμερικάνικο Κολέγιο Αθλητιατρικής.

** Αξιολόγηση σύμφωνα με NATA.

Συσχετίσεις μεταξύ των δεικτών σχετικών με τα ούρα

Το ειδικό βάρος των ούρων με την ωσμωτικότητα των ούρων σχετίστηκαν θετικά και η συσχέτιση τους ήταν στατιστικά σημαντική ($r=0,97$, $p=0,000$). Επίσης το χρώμα των ούρων σχετίστηκε θετικά με την ωσμωτικότητα ούρων ($r=0,66$, $p=0,000$) και το ειδικό βάρος ούρων ($r=0,72$, $p=0,000$), και η συσχέτιση τους ήταν στατιστικά σημαντική. Στον πίνακα 13 παρουσιάζονται οι συσχετίσεις μεταξύ των δεικτών σχετικών με τα ούρα (ωσμωτικότητα, ειδικό βάρος, χρώμα ούρων).

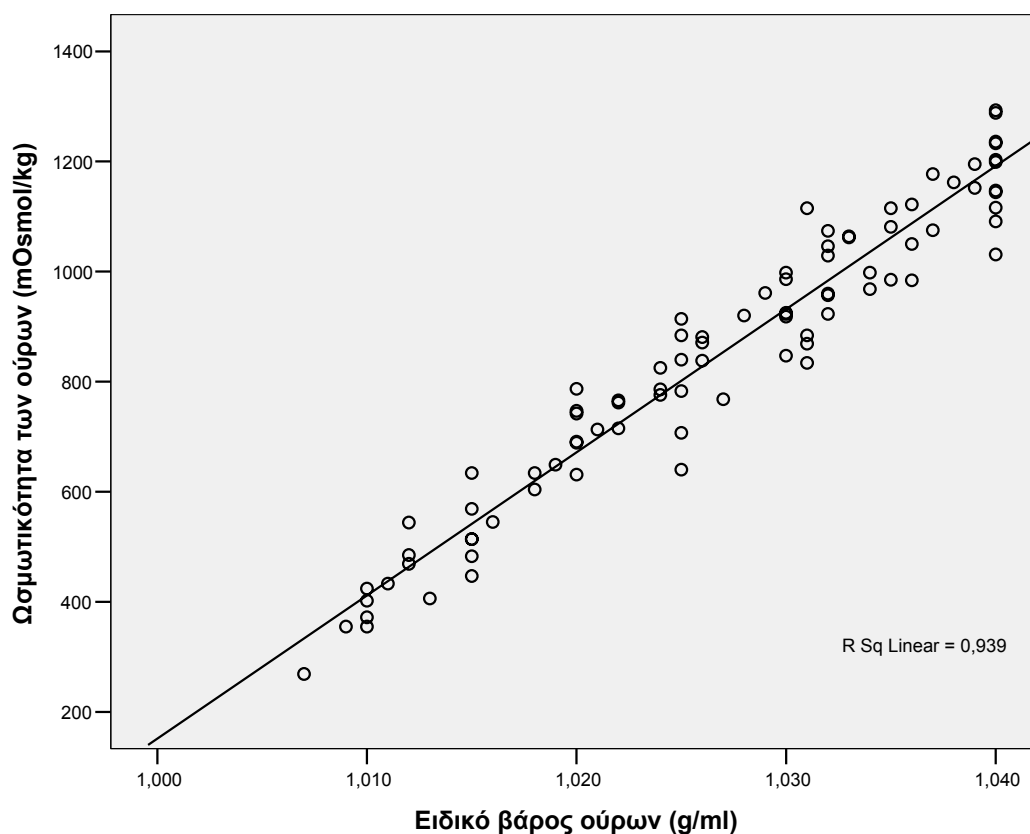
Πίνακας 13. Συσχετίσεις μεταξύ των δεικτών σχετικών με τα ούρα		
Συσχετίσεις	r^a	p^b
Ειδικό βάρος ούρων* Ωσμωτικότητα ούρων	0,97	0,000**
Χρώμα των ούρων* Ωσμωτικότητα ούρων	0,66	0,000**
Χρώμα των ούρων* Ειδικό βάρος ούρων	0,72	0,000**

α : Συντελεστής συσχέτισης του Pearson Correlation

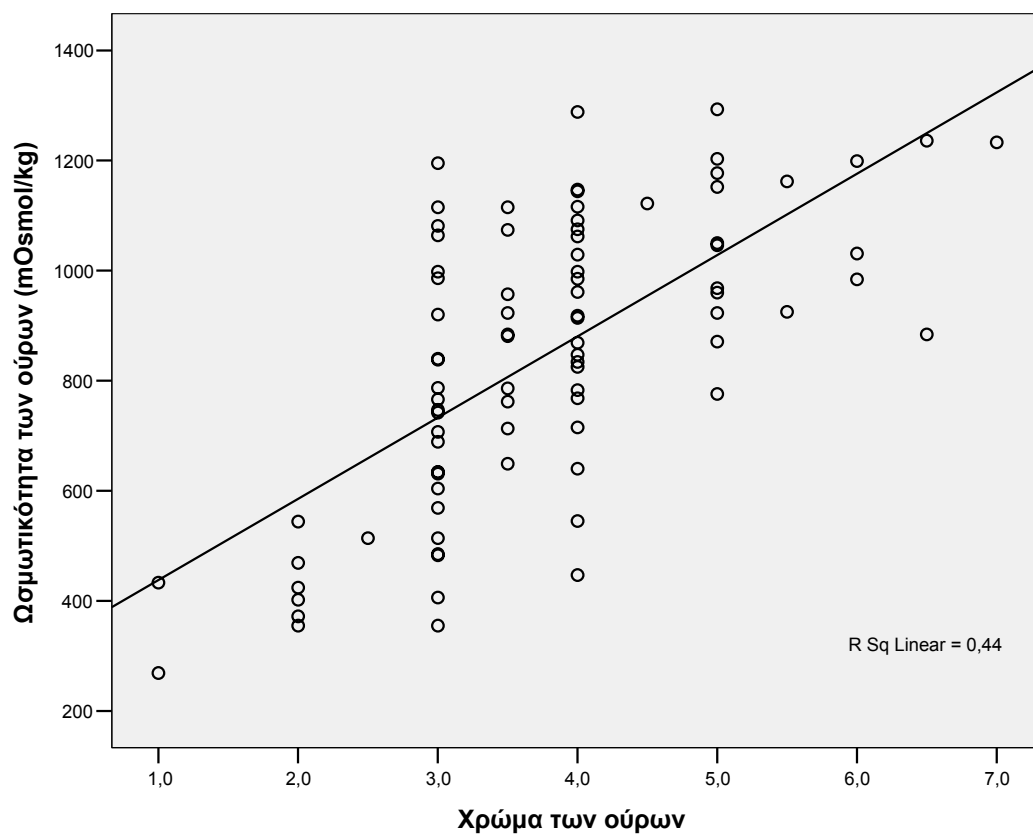
β : επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας

** υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση

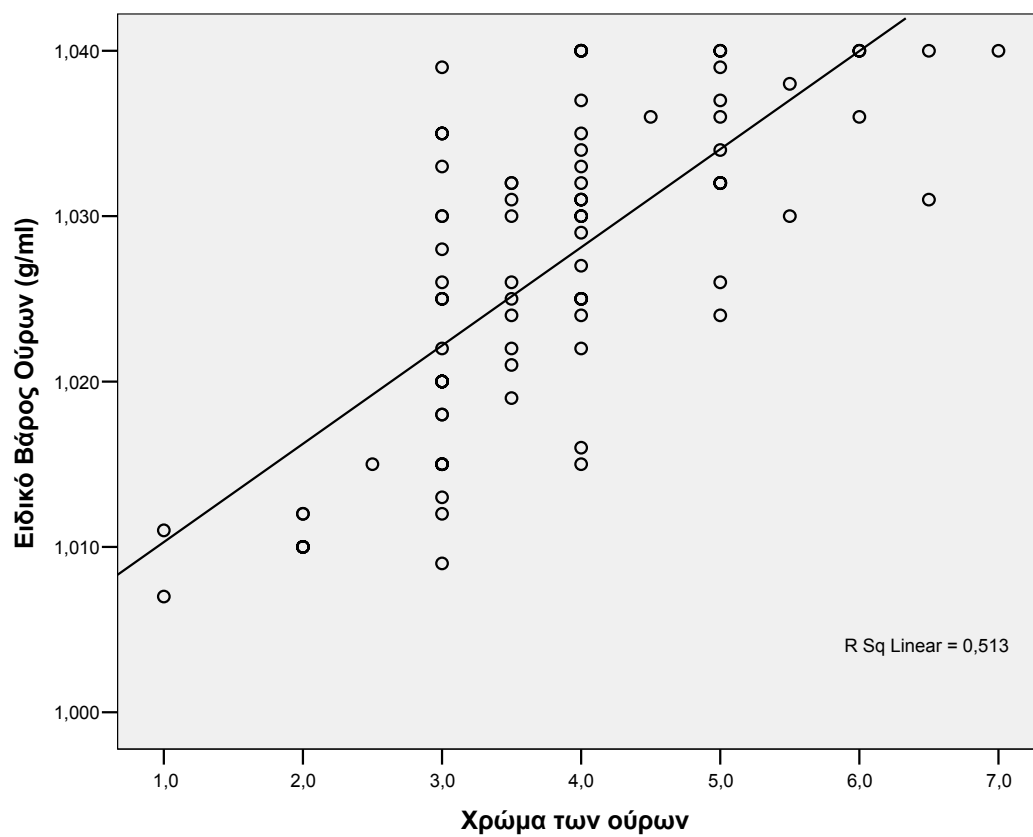
Στη γραφική παράσταση 10 παρουσιάζεται η συσχέτιση της ωσμωτικότητας ούρων με το ειδικό βάρος ούρων, η οποία είναι γραμμική με συντελεστή συσχέτισης $r^2=0,939$. Στη γραφική παράσταση 11 παρουσιάζεται η συσχέτιση της ωσμωτικότητας ούρων με το χρώμα των ούρων, η οποία είναι γραμμική με συντελεστή συσχέτισης $r^2=0,44$ και στη γραφική παράσταση 12 παρουσιάζεται η συσχέτιση του ειδικού βάρους ούρων με το χρώμα των ούρων, η οποία είναι γραμμική με $r^2=0,513$.



Γραφική παράσταση 10. Απεικόνιση της συσχέτισης της ωσμωτικότητας ούρων και του ειδικού βάρους ούρων.



Γραφική παράσταση 11. Απεικόνιση της συσχέτισης της ωσμωτικότητας ούρων και του χρώματος των ούρων.



Γραφική παράσταση 12. Απεικόνιση της συσχέτισης του ειδικού βάρους ούρων και του χρώματος των ούρων.

Η μεταβλητή Ucol_3 σχετίστηκε στατιστικά σημαντικά με τις μεταβλητές: USG_1.020 ($\chi^2=23,55$, $p=0,000$), USG_1.030 ($\chi^2=7,09$, $p=0,008$) και Uosm_700 ($\chi^2=26,35$, $p=0,000$). Επιπλέον, η μεταβλητή Ucol_3 συμφωνεί περισσότερο με τη μεταβλητή Uosm_700 ($k=0,46$, $p=0,000$) σε σύγκριση με τις μεταβλητές: USG_1.020 ($k=0,43$, $p=0,000$) και USG_1.030 ($k=0,15$, $p=0,008$). Η μεταβλητή Ucol_4 σχετίστηκε στατιστικά σημαντικά με τις μεταβλητές: USG_1.020 ($\chi^2=11,07$, $p=0,001$), USG_1.030 ($\chi^2=20,37$, $p=0,000$) και Uosm_700 ($\chi^2=9,89$, $p=0,002$). Επίσης, βρέθηκε ότι η μεταβλητή Ucol_4 συμφωνεί περισσότερο με τη μεταβλητή USG_1.030 ($k=0,44$, $p=0,000$) σε σύγκριση με τις μεταβλητές: USG_1.020 ($k=0,23$, $p=0,001$) και Uosm_700 ($k=0,20$, $p=0,002$). Η μεταβλητή Uosm_700 σχετίστηκε στατιστικά σημαντικά με τη μεταβλητή USG_1.020 ($\chi^2=70,05$, $p=0,000$) και με τη μεταβλητή USG_1.030 ($\chi^2=24,18$, $p=0,000$). Τέλος, η μεταβλητή Uosm_700 συμφωνεί περισσότερο με τη μεταβλητή USG_1.020 ($k=0,89$, $p=0,000$) σε σύγκριση με τη μεταβλητή USG_1.030 ($k=0,43$, $p=0,000$). Στον πίνακα 14 παρουσιάζονται συνολικά οι παραπάνω συσχετίσεις.

Πίνακας 14. Συσχετίσεις μεταξύ των μεταβλητών Ucol_3, Ucol_4, USG_1.020, USG_1.030, Uosm_700			
Συσχετίσεις	χ^2 ^α	k ^β	p ^γ
Ucol_3* USG_1.020	23,55	0,43	0,000**
Ucol_3* USG_1.030	7,09	0,15	0,008**
Ucol_3* Uosm_700	26,35	0,46	0,000**
Ucol_4*USG_1.020	11,07	0,23	0,001**
Ucol_4*USG_1.030	20,37	0,44	0,000**
Ucol_4*Uosm_700	9,89	0,20	0,002**
Uosm_700*USG_1.020	70,05	0,89	0,000**
Uosm_700*USG_1.030	24,18	0,43	0,000**

α: Στατιστικό κριτήριο Pearson

β: Στατιστικό κριτήριο Kappa

γ: επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας

** υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση

Αξιολόγηση των μεθόδων σχετικών με τα ούρα για την εκτίμηση των επιπέδων υδάτωσης

Η ευαισθησία και η ειδικότητα της μεθόδου Ucol_3 και της μεθόδου Ucol_4 για τη διάκριση μεταξύ ευ-υδάτωσης και αφυδάτωσης σε σύγκριση με την έγκυρη μέθοδο Uosm_700 είναι 100% και 37,5%; 31,7% και 100%, αντιστοίχως. Επίσης, Η ευαισθησία και η ειδικότητα της μεθόδου USG_1.020 και της μεθόδου USG_1.030 για τη διάκριση μεταξύ ευ-υδάτωσης και

αφυδάτωσης σε σύγκριση με την έγκυρη μέθοδο Uosm_700 είναι 95,2% και 96%; 57,1% και 100%, αντιστοίχως. Στον πίνακα 15 παρουσιάζονται συνολικά τα παραπάνω δεδομένα.

Πίνακας 15. Αξιολόγηση των μεθόδων Ucol_3 ή Ucol_4 ή USG_1.020 ή USG_1.030 σε σύγκριση με τη μέθοδο Uosm_700				
	Σφάλμα τύπου I n (%)	Σφάλμα τύπου II n (%)	Ευαισθησία n (%)	Ειδικότητα n (%)
Uosm_700-Ucol_3	15 (62,5)	0 (0)	63 (100)	9 (37,5)
Uosm_700-Ucol_4	0 (0)	43 (68,3)	20 (31,7)	24 (100)
Uosm_700-USG_1.020	1 (4)	3 (4,8)	60 (95,2)	24 (96)
Uosm_700-USG_1.030	0 (0)	27 (42,9)	36 (57,1)	25 (100)

Η ευαισθησία και η ειδικότητα της μεθόδου Ucol_3 και της μεθόδου Ucol_4 για τη διάκριση μεταξύ ευ-υδάτωσης και αφυδάτωσης σε σύγκριση με την έγκυρη μέθοδο USG_1.020 είναι 100% και 34,6%; 32,8% και 100%, αντιστοίχως (πίνακας 16). Επιπροσθέτως, η ευαισθησία και η ειδικότητα της μεθόδου Uosm_700 για τη διάκριση μεταξύ ευ-υδάτωσης και αφυδάτωσης σε σύγκριση με την έγκυρη μέθοδο USG_1.020 είναι 98,4% και 88,9% (πίνακας 16).

Πίνακας 16. Αξιολόγηση των μεθόδων Ucol_3 ή Ucol_4 ή Uosm_700 σε σύγκριση με τη μέθοδο USG_1.020				
	Σφάλμα τύπου I n (%)	Σφάλμα τύπου II n (%)	Ευαισθησία n (%)	Ειδικότητα n (%)
USG_1.020-Ucol_3	17 (65,4)	0 (0)	61 (100)	9 (34,6)
USG_1.020-Ucol_4	0 (0)	41 (67,2)	20 (32,8)	26 (100)
USG_1.020-Uosm_700	3 (11,1)	1 (1,6)	60 (98,4)	24 (88,9)

Επιπλέον, η ευαισθησία και η ειδικότητα της μεθόδου Ucol_3 και της μεθόδου Ucol_4 για τη διάκριση μεταξύ ευ-υδάτωσης και αφυδάτωσης σε σύγκριση με την έγκυρη μέθοδο USG_1.030 είναι 100% και 17,6%; 47,2% και 94,1%, αντιστοίχως (πίνακας 17). Τέλος, η ευαισθησία και η ειδικότητα της μεθόδου Uosm_700 για τη διάκριση μεταξύ ευ-υδάτωσης και αφυδάτωσης σε σύγκριση με την έγκυρη μέθοδο USG_1.030 είναι 100% και 48,1% (πίνακας 17).

Πίνακας 17. Αξιολόγηση των μεθόδων Ucol_3 ή Ucol_4 ή Uosm_700 σε σύγκριση με τη μέθοδο USG_1.030				
	Σφάλμα τύπου I n (%)	Σφάλμα τύπου II n (%)	Ευαισθησία n (%)	Ειδικότητα N (%)
USG_1.030-Ucol_3	42 (82,4)	0 (0)	36 (100)	9 (17,6)
USG_1.030-Ucol_4	3 (5,9)	19 (52,8)	17 (47,2)	48 (94,1)
USG_1.030-Uosm_700	27 (51,9)	0 (0)	36 (100)	25 (48,1)

Ερωτηματολόγιο σχετικά με την αίσθηση της δίψας

Στο ερωτηματολόγιο για την αίσθηση της δίψας οι εθελοντές χάραξαν μία κάθετη γραμμή στο σημείο $50,02 \pm 33,07$ mm (μέση τιμή $\pm$ τυπική απόκλιση). Γνωρίζοντας ότι η διάμεσος, που είναι 62,5 mm, μας δείχνει ότι τα άτομα που χαράζουν τη γραμμή κάτω από τα 62,5 mm αισθάνονται ότι δεν είναι διψασμένα, ενώ τα άτομα που χαράζουν τη γραμμή πάνω από τα 62,5 mm αισθάνονται ότι είναι διψασμένα, συμπεραίνουμε ότι οι εθελοντές κατά μέσο όρο είχαν την αίσθηση ότι δεν ήταν διψασμένοι. Συγκεκριμένα, μετατρέποντας τη μεταβλητή της δίψας σε μεταβλητή με δύο κατηγορίες (ονομασία μεταβλητής: thirst_62,5, $\leq 62,5$ mm= μη διψασμένος και $> 62,5$ mm=διψασμένος), βρέθηκε ότι το 63,6% των εθελοντών δεν ήταν διψασμένοι και το 36,4% των εθελοντών ήταν διψασμένοι.

Η αίσθηση της δίψας δεν συσχετίστηκε στατιστικά σημαντικά με την ωσμωτικότητα ούρων ($r=-0,13$, $p=0,23$), το ειδικό βάρος ούρων ($r=-0,12$, $p=0,26$) και το χρώμα των ούρων ($r=-0,05$, $p=0,66$).

Επίσης, η μεταβλητή thirst_62,5 δεν συσχετίστηκε με τις μεταβλητές Uosm_700 ($x^2=2,34$, $p=0,13$), USG_1.020 ($x^2=2,34$, $p=0,13$), USG_1.030 ($x^2=0,17$, $p=0,68$), Ucol_3 ($x^2=1,89$, $p=0,17$) και Ucol_4 ($x^2=0,00$, $p=0,99$).

Επιπροσθέτως, η μεταβλητή thirst_62,5 δεν συσχετίστηκε με την ωσμωτικότητα ούρων ($t=0,82$, $p=0,41$), το ειδικό βάρος ούρων ($t=0,64$, $p=0,52$) και το χρώμα των ούρων ($t=0,58$, $p=0,56$). Δηλαδή, οι αριθμητικοί μέσοι των μεταβλητών: ωσμωτικότητα ούρων, ειδικό βάρος ούρων και χρώμα των ούρων δεν διαφέρουν μεταξύ των διψασμένων εθελοντών και των μη διψασμένων εθελοντών (η αξιολόγηση του διψασμένου ή μη διψασμένου έγινε με βάση τη μεταβλητή thirst_62,5).

Στον πίνακα 18 παρουσιάζονται συνολικά οι παραπάνω συσχετίσεις, σχετικά με την αίσθηση δίψας.

Πίνακας 18. Συσχετίσεις μεταξύ της αίσθησης της δίψας και των δεικτών σχετικών με τα ούρα

Συσχετίσεις	r^{α}	χ^2_{β}	t^{γ}	p^{δ}
Αίσθηση της δίψας*Ωσμωτικότητα ούρων	-0,13			0,23**
Αίσθηση της δίψας*Ειδικό βάρος ούρων	-0,12			0,26**
Αίσθηση της δίψας* Χρώμα των ούρων	-0,05			0,66**
Thirst_62,5*Uosm_700		2,34		0,13**
Thirst_62,5*USG_1.020		2,34		0,13**
Thirst_62,5*USG_1.030		0,17		0,68**
Thirst_62,5*Ucol_3		1,89		0,17**
Thirst_62,5*Ucol_4		0,00		0,99**
Thirst_62,5*Ωσμωτικότητα ούρων			0,82	0,41**
Thirst_62,5*Ειδικό βάρος ούρων			0,64	0,52**
Thirst_62,5* Χρώμα των ούρων			0,58	0,56**

α : Συντελεστής συσχέτισης του Pearson Correlation

β : Στατιστικό κριτήριο Pearson

γ : Στατιστικό κριτήριο Student

δ : επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας

** Μη στατιστικά σημαντική συσχέτιση

Ερωτηματολόγιο για τις συνήθειες υδάτωσης κατά την άσκηση

Στο ερωτηματολόγιο για τις συνήθειες υδάτωσης κατά την άσκηση (Hydration Habits Questionnaire) οι εθελοντές απάντησαν στην ερώτηση 1 (Πίνεις υγρά όταν αθλείσαι;) δίνοντας την τιμή $9,19 \pm 1,39$ (μέση τιμή $\pm$ τυπική απόκλιση), στην ερώτηση 2 (Θεωρείς ότι είναι σημαντικό να πίνεις υγρά όταν αθλείσαι;) δίνοντας την τιμή $9,69 \pm 0,86$ (μέση τιμή $\pm$ τυπική απόκλιση), όπου 1 σημαίνει ποτέ και 10 πάντα. Επομένως, οι εθελοντές μας απαντούν ότι πίνουν υγρά όταν αθλούνται και θεωρούν ότι είναι σημαντικό να πίνουν υγρά όταν αθλούνται. Επίσης, στην ερώτηση 6 (Θα ήθελες να μπορούσες να πίνεις περισσότερα υγρά κατά τη διάρκεια αγώνων και προπονήσεων;) το 60,2% των εθελοντών απαντά αρνητικά και το υπόλοιπο 39,8% απαντά καταφατικά.

Η ερώτηση 1 (Πίνεις υγρά όταν αθλείσαι;) του ερωτηματολογίου δεν συσχετίστηκε με την ωσμωτικότητα ($F=0,60$, $p=0,75$), το ειδικό βάρος ούρων ($F=0,64$, $p=0,72$) και το χρώμα των ούρων ($F=0,39$, $p=0,90$). Επίσης, η ερώτηση 6 (Θα ήθελες να μπορούσες να πίνεις περισσότερα

υγρά κατά τη διάρκεια αγώνων και προπονήσεων;) του ερωτηματολογίου δεν συσχετίστηκε με την ωσμωτικότητα ($t=-0,71$, $p=0,48$), το ειδικό βάρος ούρων ($t=-0,47$, $p=0,64$) και το χρώμα των ούρων ($t=0,73$, $p=0,47$).

Τέλος, η ερώτηση 1 (Πίνεις υγρά όταν αθλείσαι;, $F=1,99$, $p=0,12$) και η ερώτηση 6 (Θα ήθελες να μπορούσες να πίνεις περισσότερα υγρά κατά τη διάρκεια αγώνων και προπονήσεων;, $t=1,07$, $p=0,29$) του ερωτηματολογίου δεν συσχετίστηκαν με την αίσθηση της δίψας.

Στον πίνακα 19 παρουσιάζονται οι συσχετίσεις των ερωτήσεων 1 (Πίνεις υγρά όταν αθλείσαι;) και 6 (Θα ήθελες να μπορούσες να πίνεις περισσότερα υγρά κατά τη διάρκεια αγώνων και προπονήσεων;) του ερωτηματολογίου με τους δείκτες που είναι σχετικοί με τα ούρα και με την αίσθηση της δίψας.

Πίνακας 19. Συσχετίσεις των ερωτήσεων 1 (Πίνεις υγρά όταν αθλείσαι;) και 6 (Θα ήθελες να μπορούσες να πίνεις περισσότερα υγρά κατά τη διάρκεια αγώνων και προπονήσεων;) του ερωτηματολογίου με τους δείκτες που είναι σχετικοί με τα ούρα και με την αίσθηση της δίψας

Συσχετίσεις	F ^α	t ^β	p ^γ
Ερώτηση 1*Ωσμωτικότητα ούρων	0,60		0,75**
Ερώτηση 1*Ειδικό βάρος ούρων	0,64		0,72**
Ερώτηση 1*Χρώμα των ούρων	0,39		0,90**
Ερώτηση 6*Ωσμωτικότητα ούρων		-0,71	0,48**
Ερώτηση 6*Ειδικό βάρος ούρων		-0,47	0,64**
Ερώτηση 6*Χρώμα των ούρων		0,73	0,47**
Ερώτηση 1*Αίσθηση της δίψας	1,99		0,12**
Ερώτηση 6*Αίσθηση της δίψας		1,07	0,29**

α: Στατιστικό κριτήριο της One-Way Anova

β: Στατιστικό κριτήριο Student

γ: επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας

** Μη στατιστικά σημαντική συσχέτιση

Ερωτηματολόγιο σχετικά με την ύπαρξη ενοχλήσεων μετά την άσκηση

Στο ερωτηματολόγιο σχετικά με την ύπαρξη ενοχλήσεων μετά την άσκηση (Environmental Symptoms Questionnaire) οι εθελοντές απάντησαν στις εξής ερωτήσεις: Ένιωσα δίψα, ένιωσα ζεστός, είχα πρόβλημα συγκέντρωσης και ένιωσα παγωμένος, με βάση την κλίμακα 0-5 (0=καθόλου, 1=λίγο, 2=σε κάποιο βαθμό, 3=μέτρια, 4=πολύ, 5=πάρα πολύ), δίνοντας τις τιμές $1,91 \pm 1,30$, $0,99 \pm 1,18$, $0,13 \pm 0,55$, $0,09 \pm 0,39$ (μέση τιμή $\pm$ τυπική απόκλιση), αντιστοίχως. Ενώ, υπολογίζοντας την τιμή για το άθροισμα των συμπτωμάτων βρέθηκε ότι είναι $7,74 \pm 3,75$ (μέση

τιμή $\pm$ τυπική απόκλιση, η τιμή που θα μπορούσε να πάρει είναι 0 έως 60, 0=καθόλου και 60=πάρα πολύ). Αξιολογώντας τα παραπάνω αποτελέσματα συμπεραίνουμε ότι οι εθελοντές δεν εμφάνισαν συμπτώματα μετά την άσκηση.

Στον πίνακα 20 παρουσιάζονται οι τιμές του στατιστικού κριτηρίου F και του αντίστοιχου επιπέδου στατιστικής σημαντικότητας (p), που υπολογίστηκαν μέσω της Ανάλυσης Διακύμανσης Κατά Ένα Παράγοντα (One-Way ANOVA) για τον έλεγχο ύπαρξης σχέσης μεταξύ των μεταβλητών: ωσμωτικότητα ούρων, ειδικό βάρος ούρων και χρώμα ούρων και των επιλεγμένων συμπτωμάτων (Ένωση δίψας, ένωση ζεστός, είχα πρόβλημα συγκέντρωσης και ένωση παγωμένος) και του αθροίσματος των συμπτωμάτων. Σύμφωνα με τα παρακάτω δεδομένα η ωσμωτικότητα ούρων, το ειδικό βάρος ούρων και το χρώμα των ούρων δεν σχετίζονται στατιστικά σημαντικά με το άθροισμα των συμπτωμάτων ($F=1,08$, $p=0,387$; $F=0,96$, $p=0,514$; $F=0,82$, $p=0,667$, αντιστοίχως). Ενώ, παρατηρήθηκε συσχέτιση μεταξύ του συμπτώματος: είχα πρόβλημα συγκέντρωσης και των δεικτών των ούρων: ωσμωτικότητα και ειδικό βάρος ούρων ($F=3,17$, $p=0,029$; $F=3,19$, $p=0,028$, αντιστοίχως). Τέλος, τα επιλεγμένα συμπτώματα (Ένωση δίψας, ένωση ζεστός, είχα πρόβλημα συγκέντρωσης και ένωση παγωμένος, $F=0,59$, $p=0,74$; $F=1,42$, $p=0,23$; $F=1,65$, $p=0,20$; $F=1,12$, $p=0,34$, αντιστοίχως) και το άθροισμα των συμπτωμάτων ($F=1,57$, $p=0,098$) δεν συσχετίστηκαν με την αίσθηση της δίψας.

Πίνακας 20. One-Way ANOVA για τον έλεγχο ύπαρξης σχέσης μεταξύ των μεταβλητών: ωσμωτικότητα, ειδικό βάρος ούρων, χρώμα ούρων και αίσθηση της δίψας και επιλεγμένων συμπτωμάτων και του αθροίσματος των συμπτωμάτων.

	Ένωση δίψας F (p)*	Ένωση ζεστός F (p)*	Είχα πρόβλημα συγκέντρωσης F (p)*	Ένωση παγωμένος F (p)*	Αθροισμα συμπτωμάτων F (p)*
Ωσμωτικότητα ούρων	0,90 (0,49)	1,22 (0,31)	3,17 (0,029)**	1,18 (0,31)	1,08 (0,387)
Ειδικό Βάρος Ούρων	0,66 (0,66)	1,32 (0,26)	3,19 (0,028)**	0,92 (0,40)	0,96 (0,514)
Χρώμα ούρων	1,23 (0,30)	1,49 (0,20)	1,18 (0,32)	1,03 (0,36)	0,82 (0,667)
Αίσθηση της δίψας	0,59 (0,74)	1,42 (0,23)	1,65 (0,20)	1,12 (0,34)	1,57 (0,098)

* F= στατιστικό κριτήριο της One-Way Anova, p=επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας

** υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση

Ερωτηματολόγιο σχετικά με την υδάτωση στο προπονητικό κάμπ

Στο ερωτηματολόγιο σχετικά με την υδάτωση στο προπονητικό κάμπ (Exit Questionnaire), στην πρώτη ερώτηση (Πιστεύεις πως έκανες καλή δουλειά σχετικά με την υδάτωση σου κατά τη διάρκεια του προπονητικού κάμπ; 1=πολύ άσχημη, 5=μέτρια, 10= πολύ καλή) οι εθελοντές απάντησαν δίνοντας την τιμή $8,75 \pm 2,14$ (μέση τιμή $\pm$ τυπική απόκλιση). Συγκεκριμένα το 74,2% απάντησε ότι έκανε πολύ καλή δουλειά (10), το 1,1% απάντησε δίνοντας την τιμή 8, το 1,1% απάντησε δίνοντας την τιμή 6 και το υπόλοιπο 23,6% απάντησε ότι έκανε μέτρια δουλειά (5).

Η πρώτη ερώτηση (Πιστεύεις πως έκανες καλή δουλειά σχετικά με την υδάτωση σου κατά τη διάρκεια του προπονητικού κάμπ;) του ερωτηματολογίου συσχετίστηκε στατιστικά σημαντικά με την ωσμωτικότητα των ούρων και το ειδικό βάρος ούρων ($F=3,15$, $p=0,029$; $F=2,97$, $p=0,037$, αντιστοίχως), ενώ δεν συσχετίστηκε στατιστικά σημαντικά με το χρώμα των ούρων ($F=2,70$, $p=0,051$).

Τέλος, η πρώτη ερώτηση (Πιστεύεις πως έκανες καλή δουλειά σχετικά με την υδάτωση σου κατά τη διάρκεια του προπονητικού κάμπ;) του ερωτηματολογίου δεν συσχετίστηκε στατιστικά σημαντικά με την αίσθηση της δίψας ($F=0,53$, $p=0,75$).

Στον πίνακα 21 παρουσιάζεται η συσχέτιση της πρώτης ερώτησης (Πιστεύεις πως έκανες καλή δουλειά σχετικά με την υδάτωση σου κατά τη διάρκεια του προπονητικού κάμπ;) του ερωτηματολογίου με τους δείκτες που είναι σχετικοί με τα ούρα και με την αίσθηση της δίψας.

Πίνακας 21. Συσχέτιση της πρώτης ερώτησης (Πιστεύεις πως έκανες καλή δουλειά σχετικά με την υδάτωση σου κατά τη διάρκεια του προπονητικού κάμπ;) του ερωτηματολογίου με τους δείκτες που είναι σχετικοί με τα ούρα και με την αίσθηση της δίψας

Συσχετίσεις	F ^α	P ^β
1 ^η Ερώτηση*Ωσμωτικότητα ούρων	3,15	0,029**
1 ^η Ερώτηση*Ειδικό βάρος ούρων	2,97	0,037**
1 ^η Ερώτηση*Χρώμα των ούρων	2,70	0,051
1 ^η Ερώτηση*Αίσθηση της δίψας	0,53	0,75

α: Στατιστικό κριτήριο της One-Way Anova

β: επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας

** Υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση

E. Συζήτηση

Η παρούσα έρευνα είναι η μοναδική έρευνα που έχει ασχοληθεί με τους δείκτες σχετικούς με τα ούρα (ωσμωτικότητα, ειδικό βάρος, χρώμα) για την εκτίμηση των επιπέδων υδάτωσης σε νεαρούς αθλητές. Η ωσμωτικότητα ούρων και το ειδικό βάρος ούρων, όπως και η ωσμωτικότητα πλάσματος, είναι οι μέθοδοι που ευρέως χρησιμοποιούνται (Casa et al, 2005; Armstrong et al, 2005). Το χρώμα των ούρων είναι μία μέθοδος που μπορεί να χρησιμοποιηθεί και από τους αθλητές (Oppliger and Bartok, 2002). Επίσης, το χρώμα των ούρων, η ωσμωτικότητα ούρων και το ειδικό βάρος ούρων είναι έγκυροι δείκτες για την εκτίμηση των επιπέδων υδάτωσης και η αξιοσημείωτη αφυδάτωση, η άσκηση και η επανυδάτωση έχουν μικρή επίδραση στην εγκυρότητα και στην ευαισθησία αυτών των δεικτών (Armstrong et al, 1998). Βέβαια, υπάρχουν κάποιες περιπτώσεις, όπως η ταχεία επανυδάτωση, η κατανάλωση αλκοόλ και καφεΐνης, η σοβαρή ασθένεια και η σοβαρή αφυδάτωση, στις οποίες οι δείκτες σχετικοί με τα ούρα αλλάζουν ανεξάρτητα από τα επίπεδα υδάτωσης (Kavouras, 2002). Επομένως, ο κύριος σκοπός της έρευνας μας ήταν να αξιολογηθεί αν το χρώμα των ούρων μπορεί να χρησιμοποιηθεί αντί της ωσμωτικότητας και του ειδικού βάρους ούρων για την εκτίμηση των επιπέδων υδάτωσης σε νεαρούς αθλητές.

Το κύριο εύρημα της έρευνάς μας είναι η στατιστικά σημαντική συσχέτιση του χρώματος των ούρων με την ωσμωτικότητα ($r=0,66$, $p=0,000$) και το ειδικό βάρος ούρων ($r=0,72$, $p=0,000$). Επίσης, παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική συσχέτιση μεταξύ του ειδικού βάρους ούρων και της ωσμωτικότητας ούρων ($r=0,97$, $p=0,000$). Η τελευταία συσχέτιση, η οποία είναι μεταξύ δύο έγκυρων δεικτών, είναι πιο ισχυρή σε σύγκριση με αυτές που είναι σε σχέση με το χρώμα των ούρων. Με βάση αυτά τα αποτελέσματα, το χρώμα των ούρων μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εκτίμηση των επιπέδων υδάτωσης σε αθλητικές εγκαταστάσεις αντί των εργαστηριακών μεθόδων (ωσμωτικότητα ούρων, ειδικό βάρος ούρων), αλλά δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε εργαστηριακές εγκαταστάσεις που απαιτούν υψηλή ακρίβεια. Το παρόν εύρημα υποστηρίζεται από έρευνες του Armstrong και των συνεργατών του (1994, 1998) καθώς και του Ormerod και των συνεργατών του (2003).

Στην πρώτη έρευνα του Armstrong και των συνεργατών του (1994) χρησιμοποιήθηκε μία κλίμακα (Παράρτημα 1), που περιλαμβάνει χρώματα από πολύ ωχρό κίτρινο (νούμερο 1) μέχρι σκούρο πράσινο (νούμερο 8). Τα άτομα που διατήρησαν ένα πολύ ωχρό κίτρινο ήταν πάντα εντός του 1% του αρχικού σωματικού βάρους στην κατάσταση ευ-υδάτωσης. Επίσης, το χρώμα των ούρων συσχετίστηκε ισχυρά με το ειδικό βάρος ούρων και την ωσμωτικότητα ούρων. Σύμφωνα με αυτή την έρευνα το χρώμα των ούρων δεν παρέχει την ίδια ακρίβεια με το ειδικό βάρος ούρων και την ωσμωτικότητα ούρων, αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθεί αποτελεσματικά σε

αθλητικές και βιομηχανικές εγκαταστάσεις που δεν απαιτούν υψηλή ακρίβεια (Armstrong et al, 1994). Στη δεύτερη έρευνα του Armstrong και των συνεργατών του (1998) αξιολογήθηκαν οι επιδράσεις της έντονης προπόνησης και της ανταλλαγής του νερού (water turnover) στο χρώμα των ούρων. Στην έρευνα συμμετείχαν 9 εθελοντές που ακολούθησαν ένα πρωτόκολλο 42 ωρών και το οποίο περιλάμβανε αφυδάτωση στο 3,7% του σωματικού βάρους (1^η ημέρα, -2,64 kg), ποδηλασία μέχρι εξαντλήσεως (2^η ημέρα, -5,2 % του σωματικού βάρους, -3,68 kg) και επανυδάτωση δια στόματος για 21 ώρες. Η αλλαγή στο σωματικό βάρος αποτέλεσε το πρότυπο αναφοράς, από το οποίο εκτιμήθηκαν οι δείκτες εκτίμησης των επιπέδων υδάτωσης, διότι αντιπροσωπεύει τις διακυμάνσεις στο σωματικό νερό. Σύμφωνα με αυτή την έρευνα το χρώμα των ούρων μιμείται την απώλεια του σωματικού νερού το ίδιο αποτελεσματικά ή περισσότερο αποτελεσματικά από ότι το ειδικό βάρος ούρων, η ωσμωτικότητα ούρων, ο όγκος ούρων, η ωσμωτικότητα πλάσματος, το νάτριο πλάσματος και η συνολική πρωτεΐνη πλάσματος (Armstrong et al, 1998). Επιπλέον, στην έρευνα του Ormerod και των συνεργατών του (2003), που πραγματοποιήθηκε σε γυναίκες που έλαβαν μέρος σε προπόνηση 6 εβδομάδων και σε θερμοεγκλιματισμό, βρέθηκε ότι το ειδικό βάρος ούρων και το χρώμα των ούρων μπορούν να χρησιμοποιηθούν εναλλακτικά. Η εβδομαδιαία στατιστική συσχέτιση (r^2) μεταξύ του ειδικού βάρους ούρων και του χρώματος των ούρων κυμαινόταν μεταξύ 0,77 και 0,96 (Ormerod et al, 2003). Τέλος, να αναφέρουμε ότι οι παραπάνω έρευνες αναφέρονται σε υγιή άτομα και ότι σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε σε 40 άρρωστους ασθενείς δεν βρέθηκαν συσχετίσεις μεταξύ του χρώματος των ούρων και της αλλαγής στο σωματικό βάρος, της ωσμωτικότητας ούρων ή του ειδικού βάρους ούρων και συμπέραναν ότι το χρώμα των ούρων συνεισφέρει λίγο στη γενική εκτίμηση των επιπέδων υδάτωσης σε αυτούς τους ασθενείς (Fletcher et al, 1999).

Επιπροσθέτως, να αναφέρουμε ότι βρέθηκαν καλύτερες στατιστικές σημαντικές συσχετίσεις μεταξύ της μεταβλητής Ucol_3 με τις μεταβλητές: USG_1.020 ($x^2=23,55$, $p=0,000$) και Uosm_700 ($x^2=26,35$, $p=0,000$) σε σύγκριση με τις συσχετίσεις της μεταβλητής Ucol_4 με τις μεταβλητές USG_1.020 ($x^2=11,07$, $p=0,001$) και Uosm_700 ($x^2=9,89$, $p=0,002$). Επιπλέον, η μεταβλητή Ucol_3 συμφωνεί περισσότερο με τη μεταβλητή Uosm_700 ($k=0,46$, $p=0,000$) σε σύγκριση με τη μεταβλητή: USG_1.020 ($k=0,43$, $p=0,000$). Η μεταβλητή Uosm_700 σχετίστηκε με τη μεταβλητή USG_1.020 ($x^2=70,05$, $p=0,000$) και με τη μεταβλητή USG_1.030 ($x^2=24,18$, $p=0,000$), αλλά συμφωνεί περισσότερο με τη μεταβλητή USG_1.020 ($k=0,89$, $p=0,000$) σε σύγκριση με τη μεταβλητή USG_1.030 ($k=0,43$, $p=0,000$). Επίσης, η συσχέτιση της μεταβλητής Uosm_700 με τη μεταβλητή USG_1.020 είναι πιο ισχυρή από τη συσχέτιση της μεταβλητής Ucol_3 με τη μεταβλητή USG_1.020. Τέλος, με βάση τα παραπάνω δεδομένα παρατηρήσαμε ότι οι μεταβλητές Uosm_700, USG_1.020 και Ucol_3 συσχετίζονται καλύτερα μεταξύ τους. Γι' αυτό το λόγο αγιολογήσαμε την ευαισθησία και την ειδικότητα της μεθόδου Ucol_3 για τη

διάκριση μεταξύ ευ-υδάτωσης και αφυδάτωσης σε σύγκριση με τις έγκυρες μεθόδους Uosm_700 και USG_1.020 (100% και 37,5%; 100% και 34,6%). Σύμφωνα με τα τελευταία δεδομένα η ευαισθησία της μεθόδου Ucol_3 είναι άριστη ενώ η ειδικότητά της δεν είναι ικανοποιητική. Επομένως, συνολικά αξιολογούμε ότι η κατηγοριοποίηση του χρώματος των ούρων με βάση την τιμή 3 για τη διάκριση μεταξύ ευ-υδάτωσης και αφυδάτωσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε αθλητικές εγκαταστάσεις, αντί της κατηγοριοποίησης του ειδικού βάρους ούρων με βάση την τιμή 1,020 g/mL και της κατηγοριοποίησης της ωσμωτικότητας με βάση την τιμή 700 mOsmol/kg για τη διάκριση μεταξύ ευ-υδάτωσης και αφυδάτωσης, αλλά δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε εργαστηριακές εγκαταστάσεις που απαιτούν υψηλή ακρίβεια.

Ένα ακόμη εύρημα της έρευνάς μας είναι ότι οι δείκτες των ούρων (ωσμωτικότητα, ειδικό βάρος, χρώμα) δεν συσχετίστηκαν με την εμφάνιση συμπτωμάτων ($F=1,08$, $p=0,387$; $F=0,96$, $p=0,514$; $F=0,82$, $p=0,667$, αντιστοίχως). Με βάση αυτή την παρατήρηση οι δείκτες των ούρων δεν αντανakλούν την πιθανότητα εμφάνισης συμπτωμάτων λόγω της κατάστασης μη ευ-υδάτωσης. Σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε σε 11 ποδοσφαιριστές παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση μεταξύ των τιμών πριν και μετά την προπόνηση για το χρώμα και το ειδικό βάρος ούρων ($p=0,05$). Η αύξηση αυτή έδειξε μέτρια ελλείμματα υγρών. Καθώς και το άθροισμα των συμπτωμάτων μετά την προπόνηση ήταν σημαντικά μεγαλύτερο ($p=0,05$) από ότι πριν την προπόνηση (Yeargin et al, 2006). Στην παραπάνω έρευνα δεν υπολόγισαν κάποια συσχέτιση μεταξύ των δεικτών των ούρων και του αθροίσματος των συμπτωμάτων, αλλά επισήμαναν ότι η αύξηση στο άθροισμα των συμπτωμάτων μπορεί να συσχετίζεται άμεσα με την έντονη άσκηση κατά τη διάρκεια των προπονήσεων. Αυτή η παρατήρηση υποστηρίζει την ιδέα ότι η μέτρια υπο-υδάτωση σε θερμό και υγρό περιβάλλον μπορεί να επηρεάζει αρνητικά τη φυσιολογική λειτουργία και τις μετρήσεις αντίληψης. Επίσης, να αναφέρουμε ότι δεν βρέθηκε συσχέτιση μεταξύ των δεικτών των ούρων και των συμπτωμάτων ξεχωριστά (με εξαίρεση για το σύμπτωμα: είχα πρόβλημα συγκέντρωσης). Συγκεκριμένα, για το σύμπτωμα: είχα πρόβλημα συγκέντρωσης βρέθηκε ότι μόνο η ωσμωτικότητα και το ειδικό βάρος ούρων συσχετίστηκαν με την εμφάνισή του ($F=3,17$, $p=0,029$; $F=3,19$, $p=0,028$, αντιστοίχως). Επιπλέον, βρέθηκε ότι η ερώτηση: "Πιστεύεις πως έκανες καλή δουλειά σχετικά με την υδάτωση σου κατά τη διάρκεια του προπονητικού κάμπ;" συσχετίστηκε στατιστικά σημαντικά με την ωσμωτικότητα και το ειδικό βάρος ούρων ($F=3,15$, $p=0,029$; $F=2,97$, $p=0,037$, αντιστοίχως), ενώ δεν συσχετίστηκε στατιστικά σημαντικά με το χρώμα των ούρων ($F=2,70$, $p=0,051$). Με βάση τα τελευταία δεδομένα το χρώμα των ούρων δεν είναι το ίδιο ικανό με την ωσμωτικότητα και το ειδικό βάρος ούρων να προβλέπει την εμφάνιση ενός μεμονωμένου συμπτώματος (είχα πρόβλημα συγκέντρωσης) και την απάντηση στην ερώτηση: "Πιστεύεις πως έκανες καλή δουλειά σχετικά με την υδάτωση σου κατά τη διάρκεια του προπονητικού κάμπ;".

Ένα άλλο εύρημα της έρευνάς μας είναι η μη στατιστικά σημαντική αρνητική συσχέτιση της αίσθησης της δίψας με την ωσμωτικότητα ούρων ($r=-0,13$, $p=0,23$), το ειδικό βάρος ούρων ($r=-0,12$, $p=0,26$) και το χρώμα των ούρων ($r=-0,05$, $p=0,66$). Επίσης, η μεταβλητή *thirst_62,5* δεν συσχετίστηκε με την ωσμωτικότητα ούρων ($t=0,82$, $p=0,41$), το ειδικό βάρος ούρων ($t=0,64$, $p=0,52$) και το χρώμα των ούρων ($t=0,58$, $p=0,56$), αλλά και με τις μεταβλητές *Uosm_700* ($x^2=2,34$, $p=0,13$), *USG_1.020* ($x^2=2,34$, $p=0,13$), *USG_1.030* ($x^2=0,17$, $p=0,68$), *Ucol_3* ($x^2=1,89$, $p=0,17$) και *Ucol_4* ($x^2=0,00$, $p=0,99$). Αυτά τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η αίσθηση της δίψας δεν είναι ικανή να αξιολογήσει την ύπαρξη ευ-υδάτωσης ή αφυδάτωσης (εκτίμηση των επιπέδων υδάτωσης), όπως η ωσμωτικότητα ούρων, το ειδικό βάρος ούρων ή το χρώμα των ούρων. Επίσης, η αίσθηση της δίψας δεν συσχετίστηκε με την εμφάνιση συμπτωμάτων ($F=1,57$, $p=0,098$) και με την εμφάνιση μεμονωμένων συμπτωμάτων (Ένιωσα δίψα, ένιωσα ζεστός, είχα πρόβλημα συγκέντρωσης και ένιωσα παγωμένος, $F=0,59$, $p=0,74$; $F=1,42$, $p=0,23$; $F=1,65$, $p=0,20$; $F=1,12$, $p=0,34$, αντιστοίχως), αλλά και με καμία άλλη ερώτηση των ερωτηματολογίων. Επομένως, η αίσθηση της δίψας δεν είναι έγκυρος δείκτης για την πρόβλεψη της εμφάνισης συμπτωμάτων και των απαντήσεων σε ερωτήσεις των ερωτηματολογίων. Τα αποτελέσματα σχετικά με την αίσθηση της δίψας ήταν αναμενόμενα γιατί η φυσιολογική οδηγία για πρόσληψη υγρών κατά τη διάρκεια της άσκησης ενεργοποιείται μέσω των "μηχανισμών δίψας" και είναι γνωστό ότι όταν επιτρέπεται η κατά βούληση πρόσβαση σε υγρά οι μηχανισμοί αυτοί οδηγούν τους ανθρώπους να πίνουν με έναν ρυθμό που αναπληρώνει περίπου τις μισές απώλειες των υγρών τους και στην καλύτερη περίπτωση τα 2/3 (Coyle, 2004).

Επιπλέον, σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε σε αθλητές καγιάκ, οι οποίοι κωπηλατούσαν για 1 ώρα σε ένταση αντίστοιχη ενός μαραθωνίου και κατανάλωναν κατά βούληση νερό ή αθλητικό ποτό για την επανυδάτωσή τους, βρέθηκε ότι η κατά βούληση κατανάλωση νερού ή αθλητικού ποτού δεν επάγει επαρκή υδάτωση, αλλά η κατανάλωση αθλητικού ποτού επέφερε μικρότερο ποσοστό αφυδάτωσης ($0,72\pm0,38\%$) σε σύγκριση με την κατανάλωση νερού ($1,10\pm0,52\%$) (Sun et al, 2008). Αυτή διαφορά μπορεί να οφείλεται στο γεγονός ότι η κατανάλωση μόνο νερού μειώνει την ωσμωτικότητα, η οποία περιορίζει την οδηγία για κατανάλωση (αίσθηση της δίψας) και ελαφρώς αυξάνει την αποβολή ούρων, ενώ περιλαμβάνοντας νάτριο στο ποτό (ή στη δίαιτα) επανυδάτωσης επιτρέπεται στον όγκο υγρών να διατηρηθεί καλύτερα και αυξάνεται η επιθυμία για κατανάλωση, ενώ περιλαμβάνοντας και υδατάνθρακες στο διάλυμα επανυδάτωσης μπορεί να βελτιωθεί ο ρυθμός εντερικής απορρόφησης του νατρίου και του νερού (Casa et al, 2000a).

Τέλος, να αναφέρουμε έναν πιθανό μηχανισμό για το γεγονός ότι η αίσθηση της δίψας δεν οδηγεί σε επαρκή υδάτωση. Είναι γνωστό ότι στον εγκέφαλο υπάρχει ένα σύνολο κυττάρων, τα οποία είναι ευαίσθητα στις αλλαγές της ωσμωτικότητας πλάσματος. Όταν αυτά τα κύτταρα

διεγείρονται από μία αύξηση της ωσμωτικότητας πλάσματος (1%) αυξάνουν την αίσθηση της δίψας οδηγώντας σε κατανάλωση υγρών και επιφέρουν την κατακράτηση νερού από τους νεφρούς. Η λειτουργία των νεφρών ελέγχεται από την αντιδιουρητική ορμόνη, η έκκριση της οποίας οδηγεί σε συγκέντρωση ούρων στους νεφρούς. Οι δύο μηχανισμοί της έκκρισης αντιδιουρητικής ορμόνης και της αίσθησης της δίψας ενεργούν χωριστά και ο μηχανισμός της έκκρισης αντιδιουρητικής ορμόνης έχει ένα ελαφρώς μικρότερο κατώφλι ενεργοποίησης, με αποτέλεσμα οι νεφροί να ξεκινούν να συγκεντρώνουν ούρα πριν το άτομο αισθανθεί διψασμένο. Επομένως, τα άτομα που έχουν πιθανότητα να αφυδατωθούν πρέπει να διδαχθούν να καταναλώνουν υγρά πριν αισθανθούν διψασμένοι (Saltmarsh, 2001).

Συμπερασματικά, τα αποτελέσματα της έρευνάς μας δείχνουν ότι το χρώμα των ούρων μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εκτίμηση των επιπέδων υδάτωσης σε αθλητικές εγκαταστάσεις αντί των εργαστηριακών μεθόδων (ωσμωτικότητα ούρων, ειδικό βάρος ούρων), αλλά δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε εργαστηριακές εγκαταστάσεις που απαιτούν υψηλή ακρίβεια. Το ίδιο ισχύει για την κατηγοριοποίηση του χρώματος των ούρων με βάση την τιμή 3 αντί της κατηγοριοποίησης του ειδικού βάρους ούρων με βάση την τιμή 1,020 g/mL και της κατηγοριοποίησης της ωσμωτικότητας με βάση την τιμή 700 mOsmol/kg για τη διάκριση μεταξύ ευ-υδάτωσης και αφυδάτωσης. Επιπλέον, οι δείκτες των ούρων δεν αντανakλούν την πιθανότητα εμφάνισης συμπτωμάτων λόγω της κατάστασης μη ευ-υδάτωσης, ενώ η ωσμωτικότητα και το ειδικό βάρος ούρων μπορούν να προβλέπουν την εμφάνιση ενός μεμονωμένου συμπτώματος (είχα πρόβλημα συγκέντρωσης) και την απάντηση στην ερώτηση: "Πιστεύεις πως έκανες καλή δουλειά σχετικά με την υδάτωση σου κατά τη διάρκεια του προπονητικού κάμπ;" σε αντίθεση με το χρώμα των ούρων που δεν είναι το ίδιο ικανό. Τέλος, η αίσθηση της δίψας δεν είναι ικανή να αξιολογήσει την ύπαρξη ευ-υδάτωσης ή αφυδάτωσης (εκτίμηση των επιπέδων υδάτωσης), όπως η ωσμωτικότητα, το ειδικό βάρος ή το χρώμα των ούρων, και δεν είναι έγκυρος δείκτης για την πρόβλεψη της εμφάνισης συμπτωμάτων και των απαντήσεων σε ερωτήσεις των ερωτηματολογίων.

Τέλος, να αναφέρουμε ότι απαιτούνται επιπλέον έρευνες σε νεαρούς αθλητές για να αξιολογήσουν αν το χρώμα των ούρων μπορεί να χρησιμοποιηθεί αντί της ωσμωτικότητας και του ειδικού βάρους ούρων καθώς και για να αξιολογήσουν αν το χρώμα των ούρων 3 αντανakλά τη διάκριση μεταξύ ευ-υδάτωσης και αφυδάτωσης, όπως η ωσμωτικότητα ούρων 700 mOsmol/kg και το ειδικό βάρος ούρων 1,020 g/mL.

Z. Βιβλιογραφία

1. Adolph E and Dill D: Observations on water metabolism in the desert. *Am. J. Physiol.* 123:369-378, 1938.
2. Adolph E: Physiological regulations. Lancaster, PA: Jacques Cattell Press. 100, 1943.
3. Adolph EF: Signs and symptoms of desert dehydration. In: Adolph EF, ed. *Physiology of Man in the Desert*. New York: Intersciences Publishers. Pp. 226–240, 1947a.
4. Adolph E: Urinary excretion of water and solutes. In: Adolph EF. *Physiology of Man in the Desert*. New York: Intersciences Publishers 96–109, 1947b.
5. Almond CS, Shin, Fortescue EB, et al. Hyponatremia among runners in the Boston Marathon. *N. Engl. J. Med.* 352:1550–1556, 2005.
6. Altieri A, Vecchia C La and Negri E: Fluid intake and risk of bladder and other cancers. *European Journal of Clinical Nutrition* 57, Suppl 2:S59-S68, 2003.
7. Altman PL: Blood and other body fluids. Washington, DC: Federation of American Societies for Experimental Biology, 1961.
8. Anand IS and Chandrashekhara Y: Fluid metabolism at high altitudes. In: Marriott BM, Carlson SJ, eds. *Nutritional Needs in Cold and in High-Altitude Environments*. Washington, DC: National Academy Press. Pp. 331–356, 1996.
9. Armstrong LE, Maresh CM, Castellani JW, Bergeron MF, Kenefick RW, LaGasse KE and Riebe D: Urinary indices of hydration status. *Int. J. Sport Nutr.* 4, 265–279, 1994.
10. Armstrong LE and Maresh CM. Fluid replacement during exercise and recovery from exercise. In: Buskirk ER, Puhl SM, eds. *Body Fluid Balance: Exercise and Sport*. New York, NY: CRC Press 259–281, 1996.
11. Armstrong LE, Soto JA, Hacker FT Jr, Casa DJ, Kavouras SA and Maresh CM: Urinary indices during dehydration, exercise, and rehydration. *Int. J. Sport Nutr.* 8:345–355, 1998.
12. Armstrong LE: *Performing in Extreme Environments*. Champaign: Human Kinetics, 2000.
13. Armstrong LE: Caffeine, body fluid-electrolyte balance, and exercise performance, *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.* 12(2):189-2006, 2002.
14. Armstrong LE: Hydration assessment techniques. *International Life Sciences Institute* S40-S54, 2005.
15. Armstrong LE: Assessing hydration status: The elusive gold standard. *J. Am. Coll. Nutr.* 26:575S-584S, 2007.
16. Armstrong LE, Casa DJ, Maresh CM and Ganio MS: Caffeine, fluid-electrolyte balance, temperature regulation, and exercise-heat tolerance. *Exerc. Sport Sci. Rev.* 35(3):135-140, 2007.

17. Arnaud MJ. Mild dehydration: a risk factor of constipation? *Eur. J. Clin. Nutr.* 57:Suppl 2, S88–S95, 2003.
18. Baird IM, Walters RL, Davies PS, Hill MJ, Drasar BS and Southgate DAT: The effects of two dietary fiber supplements on gastrointestinal transit, stool weight and frequency, and bacterial flora, and fecal bile acids in normal subjects. *Metabolism* 26:117–128, 1977.
19. Bar-Or O, Dotan R, Inbar O, Rotshtein A and Zonder H: Voluntary hypohydration in 10 to 12 year old boys. *J Appl Physiol* 48:104–108, 1980.
20. Baumgartner RN, Stauber PM, McHugh D, Koehler KM and Garry PJ: Crosssectional age differences in body composition in persons 60+ years of age. *J. Gerontol.* 50A:M307–M316, 1995.
21. Beetz R: Mild dehydration: a risk factor of urinary tract infection? *European Journal of Clinical Nutrition.* 57:Suppl.2, S52-S58, 2003.
22. Bergeron MF: Heat cramps: fluid and electrolyte challenges during tennis in the heat. *J. Sci. Med. Sport* 6:19–27, 2003.
23. Berl T and Robertson GL: Pathophysiology of water metabolism. In the kidney. Ed. BM Brenner, pp 866-924. Philadelphia: Saunders, 2000.
24. Blyth CS and Burt JJ: Effect of water balance on ability to perform in high ambient temperatures. *Res Q* 32:301–307, 1961.
25. Bossingham MJ, Carnell NS and Campbell WW: Water balance, hydration status, and fat-free mass hydration in younger and older adults. *Am. J. Clin. Nutr.* 81:1342-1350, 2005.
26. Boudy S and Fernandes S: Mild dehydration, vasopressin and the kidney: animal and human studies. *European Journal of Clinical Nutrition* 57, Suppl 2:S39-S46, 2003.
27. Brown AH: Water requirements of man in the desert. In: Adolph EF, ed. *Physiology of Man in the Desert*. New York: Intersciences Publishers. Pp. 115–135, 1947.
28. Brown TP: Exertional rhabdomyolysis. Early recognition is key. *The Physician and Sports Medicine* 32:15–20, 2004.
29. Bunt, JC, Lohman TG and Boileau RA: Impact of total body water fluctuations on estimation of body fat from body density. *Med. Sci. Sports Exerc.* 21:96–100, 1989.
30. Burke LM: Fluid balance during team sports. *J. Sports Sci.* 15:287–295, 1997.
31. Candas V, Libert J-P, Brandenberger G, Sagot J-C and Kahn J-M: Thermal and circulatory responses during prolonged exercise at different levels of hydration. *J Physiol (Paris)* 83:11–18, 1988.
32. Carter RI, Cheuvront SN, Williams JO et al: Hospitalizations and death from heat illness in US Army soldiers, 1980–2002. *Med. Sci. Sports Exerc.* 37:1338–1344, 2005a.

33. Carter RI, Cheuvront SN, Wray DW, Kolka MA, Stephenson LA and Sawka MN. Hypohydration and exercise-heat stress alters heart rate variability and parasympathetic control. *Journal of Thermal Biology* 30:495–502, 2005b.
34. Carter R. III, Cheuvront SN, Vernieuw CR and Sawka MN: Hypohydration and prior heat-stress exacerbates decreases in cerebral blood flow velocity during standing. *Journal of Applied Physiology*, (In Press) 2006.
35. Casa DJ, Armstrong LE, Hilman SK, Montain SJ, Reiff RV, Rich Brent SE, Roberts WO and Stone JA: National Athletic Trainers' Association Position Statement: Fluid Replacement for Athletes. *Journal of Athletic Training* 35(2):212-224, 2000a.
36. Casa DJ, Maresh CM, Armstrong LE, et al: Intravenous versus oral rehydration during a brief period: responses to subsequent exercise in the heat. *Med. Sci. Sports Exerc.* 32:124–133, 2000b.
37. Casa DJ, Clarkson PM and Roberts WO: American College of Sports Medicine roundtable on hydration and physical activity: consensus statements. *Curr. Sports Med. Rep.* 4:115–127, 2005.
38. Charkoudian N, Halliwill JR, Morgan BJ, Eisenach JE and Joyner MJ: Influences of hydration on post-exercise cardiovascular control in humans. *J. Physiol.* 552:635–644, 2003.
39. Chen W, Cheng L-T and Wang T: Salt and fluid intake in the development or hypertension in peritoneal dialysis patients. *Renal failure.* 29:427-432, 2007.
40. Cheuvront SN: Physical exercise and exhaustion from heat strain. *Journal of the Korean Society of Living Enviromental Systems.* 8:212-224, 2001.
41. Cheuvront SN and Haymes EM: Thermoregulation and marathon running: Biological and environmental influences. *Sports Med.* 31:743–762, 2001.
42. Cheuvront SN, Carter R III and Sawka MN: Fluid balance and endurance exercise performance. *Curr Sports Med Rep* 2:202–208, 2003.
43. Cheuvront SN, Carter III R, Montain SJ and Sawka MN: Daily body mass variability and stability in active men undergoing exercise-heat stress. *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.* 14:532–540, 2004a.
44. Cheuvront SN, Carter III R, Montain SJ and Sawka MN: Influence of hydration and air flow on thermoregulatory control in the heat. *Journal of Thermal Biology* 29:532–540, 2004.
45. Cheuvront SN, Carter III R, Castellani JW and Sawka MN: Hypohydration impairs endurance exercise performance in temperate but not cold air. *J. Appl. Physiol.* 99:1972–1976, 2005.

46. Cheuvront, SN, Carter III R, Haymes EM and Sawka MN: No effect of moderate hypohydration or hyperthermia on anaerobic exercise performance. *Med. Sci. Sports Exerc.* 38:1093–1097, 2006.
47. Cian C, Koulmann N, Barraud PS, Raphel C, Jimenez C and Melin B: Influence of variations in body hydration on cognitive function: effect of hyperhydration, heat stress, and exercise-induced dehydration. *Journal of Psychophysiology* 14:29–36, 2000.
48. Clark RR, Bartok C, Sullivan JC and Choeller DA: Minimum weight prediction methods cross-validated by the four-component model. *Med. Sci. Sports Exerc.* 36:639–647, 2004.
49. Convertino VA: Blood volume: Its adaptation to endurance training. *Med. Sci. Sports Exerc.* 23:1338–1348, 1991.
50. Costi D, Calcaterra PG, Iori N, Vourna S, Nappi G and Passeri M: Importance of bioavailable calcium drinking water for the maintenance of bone mass in postmenopausal women. *J. Endocrinol. Invest.* 22:852–856, 1999.
51. Costill DL and Sparks KE: Rapid fluid replacement following thermal dehydration. *J. Appl. Physiol.* 34:299–303, 1973.
52. Coyle EF: Fluid and fuel intake during exercise. *Journal of Sports Sciences.* 22:39–55, 2004.
53. Cox GR, Desbrow B, Montgomery PG, et al: Effect of different protocols of caffeine intake on metabolism and endurance performance. *J. Appl. Physiol.* 93:990–999, 2002.
54. Craig FN and Cummings EG: Dehydration and muscular work. *J. Appl. Physiol.* 21:670–674, 1966.
55. Danaster CP and Whereat SJ: Fluid and electrolyte balance during the comrades marathon. *S. Afr. Med. J.* 45:147–150, 1971.
56. Dickson JM, Weavers HM, Mitchell N, et al: The effects of dehydration on brain volume-preliminary results. *Int. J. Sports Med.* 26:481–485, 2005.
57. Dimeff RJ: Seizure disorder in a professional American football player. *Curr. Sports Med. Rep.* 5:173–176, 2006.
58. Durlach PJ, Elliman NA and Rogers PJ: Drinking while thirsty can lead to conditioned increases in consumption. *Appetite* 39:119–125, 2002.
59. Eckford SD, Keane DP, Lamond KE, Jackson SR and Abrams P: Hydration monitoring in the prevention of recurrent idiopathic urinary tract infections in premenopausal women. *Br. J. Urol.* 76:90–93, 1995.
60. Eichner ER: Heat stroke in sports: causes, prevention and treatment. *Sports Science Exchange* 15:1–4, 2004.

61. Ekblom B, Greenleaf CJ, Greenleaf JE, Hermansen L: Temperature regulation during exercise dehydration in man. *Acta. Physiol. Scand.* 79:475–483, 1970.
62. Engell D and Hirsch E: Environmental and sensory modulation of fluid intake in humans. In *thirst, Physiological and psychological Aspects*. ILSI Human Nutrition Reviews, ed. DJ Ramsey & D Booth, pp. 382-390. London: Springer, 1991.
63. Engell D and Hirsch E: Environmental and sensory modulation of fluid intake in humans. In: *Thirst: Physiological and Psychological Aspects*, D. J. Ramsey and D. A. Booth. Berlin: Springer-Verlag, pp. 382–402, 1999.
64. Epstein Y, Moran DS, Shapiro Y, Sohar E and Shemer J: Exertional heat stroke: a case series. *Med. Sci. Sports Exerc.* 31:224–228, 1999.
65. Ershow AG and Cantor KP: Total Water and Tapwater Intake in the United States: Population-Based Estimates of Quantities and Sources. Bethesda, MD: Life Sciences Research Office, 1989.
66. Evetovich TK, Boyd JC, Drake SM, et al: Effect of moderate dehydration on torque, electromyography, and mechanomyography. *Muscle Nerve* 26:225–231, 2002.
67. Falk B, Bar-Or O, Calvert R and MacDougall JD: Sweat gland response to exercise in the heat among pre-, mid-, and late-pubertal boys. *Med Sci. Sports Exerc.* 24:313–319, 1992.
68. Falk B: Effects of thermal stress during rest and exercise in the paediatric population. *Sports Med.* 25:221–240, 1998.
69. Febbraio MA, Murton P, Selig SE et al: Effect of CHO ingestion on exercise metabolism and performance in different ambient temperatures. *Med. Sci. Sports Exerc.* 28:1380–1387, 1996.
70. Fletcher SJ, Slaymaker AE, Bodenham AR, Vucevic M. Urine colour as an index of hydration in critically ill patients. *Anaesthesia* 54:189-192, 1999.
71. Fomon SJ: Body composition of the male reference infant during the first year of life. *Pediatrics* 40:863–870, 1967.
72. Francesconi RP, Hubbard RW, Szlyk PC, Schnakenberg D, Carlson D, Leva N, Sils I, Hubbard L, Pease V, Young J and Moore D: Urinary and hematological indexes of hydration. *J. Appl. Physiol.* 62, 1271–1276, 1987.
73. Freund BJ, Montain SJ, Young AJ, et al: Glycerol hyperhydration: hormonal, renal, and vascular fluid responses. *J. Appl. Physiol.* 79:2069–2077, 1995.
74. Freund BJ and Young AJ: Environmental influences on body fluid balance during exercise: Cold exposure. In: Buskirk ER, Puhl SM, eds. *Body Fluid Balance: Exercise and Sport*. Boca Raton, FL: CRC Press. Pp. 159–181, 1996.

75. Fusch C, Gfrorer W, Dickhuth H-H and Moeller HQ: Physical fitness influences water turnover and body water changes during trekking. *Med. Sci. Sports Exerc.* 30:704–708, 1998.
76. Galloway SD and Maughan RJ: Effects of ambient temperature on the capacity to perform prolonged cycle exercise in man. *Med. Sci. Sports Exerc.* 29:1240–1249, 1997.
77. Gamble JL: Physiological information gained from studies on the life raft ration. In: The Harvey Society of New York, eds. *The Harvey Lectures*. Lancaster, PA: The Sciences Press Printing Co. Pp. 247–273, 1947.
78. Godek SF, Bartolozzi AR and Godek JJ: Sweat rate and fluid turnover in American football players compared with runners in a hot and humid environment. *Br. J. Sports Med.* 39:205–211, 2005.
79. Gonzalez-Alonso J and Calbet JAL: Reductions in systemic and skeletal muscle blood flow and oxygen delivery limit maximal aerobic capacity in humans. *Circulation.* 107:824-830, 2003.
80. Goodman A, Klitzman S, LAU S, et al. Exertional rhabdomyolysis and acute renal impairment-New York City and Massachusetts, 1988. *MMWR Morb. Mortal. Wkly. Rep.* 39:751–756, 1990.
81. Goran MI, Poehlman ET, Danforth E and Sreekumaran Nair K: Comparison of body fat estimates derived from underwater weight and total body water. *Int J Obes Relat Metab Disord* 18:622–626, 1994.
82. Grandjean AC, Reimers KJ, Bannick KE, and Haven MC: The effect of caffeinated, non-caffeinated, caloric and non-caloric beverages on hydration. *J. Am. Coll. Nutr.* 19:591–600, 2000.
83. Grandjean AC, Reimers KJ, Bannick KE, and Haven MC and Curtis GL: The effect on hydration of two diets, one with and one without plain water. *J. Am. Coll. Nutr.* 22:165–173, 2003.
84. Greenleaf JE: Problem: thirst, drinking behavior, and involuntary dehydration. *Med. Sci. Sports Exerc.* 24:645-656, 1992.
85. Greenleaf JE and Morimoto T: Mechanisms controlling fluid ingestion: Thirst and drinking. In: Buskirk ER, Puhl SM, eds, *Body Fluid Balance: Exercise and Sport*. Boca Raton, FL: CRC Press. Pp. 3-17, 1996.
86. Greenleaf JE, Looft-Wilson R, Wisherd JL, Mckenzie MA, Jensen CD and Whittam JH: Pre-exercise hypervolemia and cycle ergometer endurance in men. *Biol. Sport* 14:103–114, 1997.
87. Greenleaf JE, Looft-Wilson R, Wisherd JL, et al: Hypervolemia in men from fluid ingestion at rest and during exercise. *Aviat. Space Environ. Med.* 69:374–386, 1998.

- 88.** Greiwe JS, Staffey KS, Melrose DR, Narve MD and Knowlton RG: Effects of dehydration on isometric muscular strength and endurance. *Med. Sci. Sports Exerc.* 30:284–288, 1998.
- 89.** Grucza R, Szczypaczewska M and Kozłowski S: Thermoregulation in hyperhydrated men during physical exercise. *Eur J Appl Physiol* 56:603–607, 1987.
- 90.** Gudivaka R, Schoeller DA, Kushner RF and Bolt MJG: Single- and multifrequency models for bioelectrical impedance analysis of body water compartments. *J. Appl. Physiol.* 87:1087–1096, 1999.
- 91.** Guyton AC and Hall JE: Textbook of medical physiology. 10th ed. Philadelphia: WB Saunders, 2000.
- 92.** Hancock PA and Vasmatazidis I: Effects of heat stress on cognitive performance: the current state of knowledge. *Int. J. Hyperthermia* 19:355–372, 2003.
- 93.** Hargreaves M, Dillo D, Angus D and Febbraio M: Effect of fluid ingestion on muscle metabolism during prolonged exercise. *Journal of Applied Physiology.* 80:363–366, 1996.
- 94.** He FJ, Markandu ND, Sagnella GA and MacGregor GA: Effect of salt intake on renal excretion of water in humans. *Hypertension* 38:317–320, 2001.
- 95.** Hew TD, Chorley JN, Cianca JC and Divine JG: The incidence, risk factors, and clinical manifestations of hyponatremia in marathon runners. *Clin. J. Sport Med.* 13:41–47, 2003.
- 96.** Horber FF, Thomi F, Casez JP, Fontelle J and Jaeger P: Impact of hydration status on body composition as measured by dual energy X-ray absorptiometry in normal volunteers and patients on haemodialysis. *Br J Radiol* 65:895–900, 1992.
- 97.** Hoyt RW and Honing A: Environmental influences on body fluid balance during exercise: Altitude. In: Buskirk ER, Puhl SM, eds, *Body Fluid Balance: Exercise and Sport*. Boca Raton, FL: CRC Press. Pp. 183–196, 1996.
- 98.** Institute Of Medicine: Fluid Replacement and Heat Stress. Washington, DC: National Academy Press, 1994.
- 99.** Institute Of Medicine: Caffeine for the Sustainment of Mental Task Performance. Washington, DC: National Academy Press, 2001.
- 100.** Institute Of Medicine of the National Academies, Dietary Reference Intakes for water, potassium, chloride, and sulfate. Washington, DC: National Academies Press, 2004.
- 101.** Institute Of Medicine: Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids. Washington, DC: The National Academies Press, 2002/2005.

- 102.** Iuliano S, Naughton G, Collier G and Carlson J: Examination of the self-selected fluid intake practices by junior athletes during a simulated duathlon event. *Int. J. Sports Nutr.* 8:10 – 23, 1998.
- 103.** Jennett S: *The oxford Companion to the Body*, p.667 [C Blakemore and S Jennett, editors]. Oxford: Oxford University Press, 2001.
- 104.** Jentjens RL, Shaw C, Birtles T, Waring RH, Harding LK and Jeukendrup AE: Oxidation of combined ingestion of glucose and sucrose during exercise. *Metabolism* 54:610–618, 2005.
- 105.** Kalhoff H: Mild dehydration: risk factor of broncho-pulmonary disorders? *European Journal of Nutrition.* 57:Suppl 2, S81-S87, 2003.
- 106.** Kavouras SA: Assessing hydration status. *Curr. Opin. Clin. Nutr. Metab. Care* 5:519-524, 2002.
- 107.** Kavouras SA, Armstrong LE, Maresh CM et al: Rehydration with glycerol: endocrine, cardiovascular and thermoregulatory responses during exercise in heat. *J. Appl. Physiol.*, 2005.
- 108.** Kenney WL, Tankersley CG, Newswanger DL, Hyde DE, Puhl SM and Turner NL: Age and hypohydration independently influence the peripheral vascular response to heat stress. *J. Appl. Physiol.* 68:1902–1908, 1990.
- 109.** Kobrick JL and Sampson JB: New inventory for the assessment of symptom occurrence and severity at high altitude. *Aviat Space Environ. Med.* 50(9):925-9, 1979.
- 110.** Sampson JB and Kobrick JL: The environmental symptoms questionnaire: revisions and new field data. *Aviat Space Environ. Med.* 51(9 Pt 1):872-7, 1980.
- 111.** Koeppen BM, Stanton BA: *Renal Physiology*, 3rd ed. St Louis: Mosby Year Book, 2000.
- 112.** Kovacs EM, Senden JM and Brouns F: Urine color, osmolality and specific electrical conductance are not accurate measures of hydration status during postexercise rehydration. *J. Sports Med. Phys. Fitness.* 30(1):47-53, 1999.
- 113.** Kovacs EM, Schmahl RM, Senden JM and Brouns F: Effect of high and low rates of fluid intake on post-exercise rehydration. *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.* 12:14–23, 2002.
- 114.** Kriemler S, Wilk B, Schurer W, Wilson WM and Bar-Or O: Preventing dehydration in children with cystic fibrosis who exercise in the heat. *Med. Sci. Sports Exerc.* 31:774–779, 1999.
- 115.** Kuhlman MK, Zhu F, Levin ES and Levin NW: Bioimpedance, dry weight and blood pressure control: new methods and consequences. *Current Opinion in Nephrology and Hypertension.* 14:543-549, 2005.
- 116.** Kuno Y. *Human Perspiration*. Springfield, IL: Charles C. Thomas; 1956.
- 117.** Kushner RF and Schoeller D: Estimation of total body water by bioelectrical impedance analysis. *Am. J. Clin. Nutr.* 44:417–424, 1986.

- 118.** Kushner RF, Schoeller DA, Fjeld CR and Danford L: Is the impedance index (ht^2/R) significant in predicting total body water? *Am. J. Clin. Nutr.* 56:835–839, 1992.
- 119.** Latzka WA, Sawka MN, Montain SJ, et al: Hyperhydration: thermoregulatory effects during compensable exercise-heat stress. *J. Appl. Physiol.* 83:860–866, 1997.
- 120.** Latzka WA, Sawka MN, Montain SJ, et al: Hyperhydration: tolerance and cardiovascular effects during uncompensable exercise-heat stress. *J. Appl. Physiol.* 84:1858–1864, 1998.
- 121.** Lawlor DA, Smith GD, Mitchell R and Ebrahim S: Adult blood pressure and climate conditions in infancy: A test of the hypothesis that dehydration in infancy is associated with higher adult pressure. *American Journal of Epidemiology.* 163:608-614, 2006.
- 122.** Lee DHK: Terrestrial animals in dry heat: Man in the desert. In: Dill DB, Adolph EF, Wilber CG, eds. *Handbook of Physiology, Section 4: Adaptation to the Environment.* Washington, DC: American Physiological Society. Pp. 551–582, 1964.
- 123.** Leiper JB, Carnie A and Maughan RJ: Water turnover rates in sedentary and exercising middle aged men. *Br. J. Sports Med.* 30:24–26, 1996.
- 124.** Leiper J, Pitsiladis Y and Maughan R: Comparison of water turnover rates in men undertaking prolonged cycling exercise and sedentary men. *Int. J. Sports Med.* 22:181–185, 2001.
- 125.** Leskell LG: Influence of PGE on cerebral mechanisms involved in control of fluid balance. *Acta Physiol. Scand.* 93, 286, 1976.
- 126.** Levine BD and Thompson PD: Marathon maladies. *N. Engl. J. Med.* 352:1516–1518, 2005.
- 127.** Lloyd LE, McDonald BE and Crampton EW: Water and its metabolism. In: *Fundamentals of Nutrition*, 2nd ed. San Francisco: WH Freeman. Pp. 22–35, 1978.
- 128.** Lote C: *The oxford Companion to the Body*, pp.416-488 [C Blakemore and S Jennett, editors]. Oxford: Oxford University Press, 2001.
- 129.** Luft FC, Fineberg NS, Sloan RS and Hunt JN: The effect of dietary sodium and protein on urine volume and water intake. *J Lab Clin Med* 101:605–610, 1983.
- 130.** Lyons TP, Reidesel ML, Meuli LE and Chick TW: Effects of glycerol-induced hyperhydration prior to exercise in the heat on sweating and core temperature. *Med Sci Sports Exerc* 22:477–483, 1990.
- 131.** Manz F and Wentz A: 24-h hydration status: parameters, epidemiology and recommendations. *European Journal of Clinical Nutrition* 57, Suppl 2:S10-S18, 2003.
- 132.** Math MV, Rampal PM, Faure XR and Delmont JP: Gallbladder emptying after drinking water and its possible role in prevention of gallstone formation. *Singapore Med J* 27:531–532, 1986.

- 133.** Maughan RJ and Leiper JB: Effects of sodium content of ingested fluids on post-exercise rehydration in man. *European Journal of Applied Physiology* 71:311–319, 1995.
- 134.** Maughan RJ, Leiper JB and Shirreffs SM: Restoration of fluid balance after exercise-induced dehydration: effects of food and fluid intake. *European Journal of Applied Physiology* 73:317–325, 1996.
- 135.** Maughan RJ: Impact of mild dehydration on wellness and on exercise performance. *European Journal of Clinical Nutrition* 57, Suppl 2:S19-S23, 2003.
- 136.** Maughan RJ, Shirreffs SM and Leiper JB: Errors in the estimation of hydration status from changes in body mass. *J. of Sports Sciences*. 25(7):797-804, 2007.
- 137.** Mazariegos M, Wang Z-M, Gallagher D, Baumgartner RN, Allison DB, Wang J, Pierson RN and Heymsfield SB: Differences between young and old females in the five levels of body composition and their relevance to the two-compartment chemical model. *J. Gerontol.* 49:M201–M208, 1994.
- 138.** McClung JM, Casa DJ, Berger EM, Dellis WO, Knight JC, Wingo JE: Fluid replacement during mountain bike races in the heat: rack mounted vs. back mounted rehydration. *Med. Sci. Sports Exerc.* 31(5s):322, 1999.
- 139.** McLellan TM, Cheung SS, Latzka WA, et al: Effects of dehydration, hypohydration, and hyperhydration on tolerance during uncompensable heat stress. *Can. J. Appl. Physiol.* 24:349–361, 1999.
- 140.** Mittleman KD: Influence of angiotensin II blockade during exercise in the heat. *Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol.* 72:542–547, 1996.
- 141.** Montain SJ, Latzka WA and Sawka MN: Control of thermoregulatory sweating is altered by hydration level and exercise intensity. *J. Appl. Physiol.* 79:1434–1439, 1995.
- 142.** Montain SJ, Shippee RL and Tharion WJ. Carbohydrate-electrolyte solution effects on physical performance of military tasks. *Aviat Space Environ. Med.* 68:384 –391, 1997.
- 143.** Montain SJ, Sawka MN, Latzka WA and Valeri CR: Thermal and cardiovascular strain from hypohydration: Influence of exercise intensity. *Int. J. Sports Med.* 19:87–91, 1998.
- 144.** Montain SJ, Chevront SN and Sawka MN: Exerciseassociated hyponatremia: quantitative analysis for understand the aetiology. *Br. J. Sports Med.* 40:98–106, 2006.
- 145.** Moroff SV and Bass DE: Effects of overhydration on man's physiological responses to work in the heat. *J. Appl. Physiol.* 20:267–270, 1965.
- 146.** Moutsopoulos X: Cecil essentials of medicine, 4th ed. Μετάφραση: Cecil Βασική Παθολογία, Ιατρικές Εκδόσεις Λίτσας. p. 242, 2000.
- 147.** Murray B and Eichner ER. Hyponatremia of exercise. *Curr. Sports Med. Rep.* 3:117–118, 2004.

- 148.** Nadel ER, Pandolf KB, Roberts MF and Stolwijk JAJ: Mechanisms of thermal acclimation to exercise and heat. *J. Appl. Physiol.* 37(4):515-520, 1974.
- 149.** Nadel ER, Cafarelli E, Roberts F and Wenger CB: Circulatory regulation during exercise in different ambient temperatures. *J. Appl. Physiol.: Respirat. Environ. Physiol.* 46(3):430-437, 1979.
- 150.** Naitoh M and Burrell LM: Thirst in elderly subjects. *J. Nutr. Health Aging* 2:172-177, 1998.
- 151.** Neufer PD, Sawka MN, Young AJ, Quigley MD, Latzka WA and Levine L: Hypohydration does not impair skeletal muscle glycogen resynthesis after exercise. *J. Appl. Physiol.* 70:1490-1494, 1991.
- 152.** Newburgh L, Woodwell JM and Falcon-Lesses M: Measurement of total water exchange. *J Clin Invest.* 8:161–196, 1930.
- 153.** Nielsen B, Hansen G, Jorgensen SO, Nielsen E: Thermoregulation in exercising man during dehydration and hyperhydration with water and saline. *Int. J. Biometeorol* 15:195–200, 1971.
- 154.** Nielsen B: Effects of changes in plasma volume and osmolarity on thermoregulation during exercise. *Acta Physiol Scand* 90:725–730, 1974.
- 155.** Nielsen B, Hales JRS, Strange S, Christensen NJ, Warberg J and Saltin B: Human circulatory and thermoregulatory adaptations with heat acclimation and exercise in a hot dry environment. *J. Physiol.* 460:467–485, 1993.
- 156.** Nielsen B, Strange S, Christensen NJ, Warberg J and Saltin B: Acute and adaptive responses in humans to exercise in a warm, humid environment. *Pflügers Arch.* 434:49–56, 1997.
- 157.** Noakes TD, Goodwin N, Rayner BL, Branken T and Taylor RK: Water intoxication: a possible complication during endurance exercise. *Med. Sci. Sports Exerc.* 17:370–375, 1985.
- 158.** Noakes, T: Fluid replacement during marathon running. *Clin. J. Sport Med.* 13:309–318, 2003.
- 159.** Nose H and Takamata A: Integrative regulations of body temperature and body fluid in humans exercising in a hot environment. *Int. J. Biometeorol.* 40:42– 49, 1997.
- 160.** Novak LP: Changes in total body water during adolescent growth. *Hum. Biol.* 61:407–414, 1989.
- 161.** NRC (National Research Council): Recommended Dietary Allowances, 10th ed. Washington, DC: National Academy Press. 1989.
- 162.** Nybo L and Nielsen B: Hyperthermia and central fatigue during prolonged exercise in humans. *J. Appl. Physiol.* 91:1055–1060, 2001.

- 163.** O'Brien C, Baker-Fulco CJ, Young AJ and Sawka MN: Bioimpedance assessment of hypohydration. *Med. Sci. Sports Exerc.* 31:1466–1471, 1999.
- 164.** O'Brien KK, Montain SJ, Corr WP, Sawka MN, Knapik JJ and Craig SC: Hyponatremia associated with overhydration in U.S. Army trainees. *Mil. Med.* 166:405–410, 2001.
- 165.** O'Brien C, Young AJ and Sawka MN: Bioelectrical impedance to estimate changes in hydration status. *Int. J. Sports Med.* 23:361–366, 2002.
- 166.** O'Brien C, Freund BJ, Young AJ and Sawka MN: Glycerol hyperhydration: physiological responses during coldair exposure. *J. Appl. Physiol.* 99:515–521, 2005.
- 167.** Oppliger RA and Bartok C: Hydration testing of athletes. *Sports Med.* 32:959-971, 2002.
- 168.** Ormerod JK, Elliott TA, Scheett TP, VanHeest JL, Armstrong LE and Maresh CM: Drinking behavior and perception of thirst in untrained women during 6 weeks of heat acclimation and outdoor training. *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.* 13:15-28, 2003.
- 169.** O'Toole ML, Douglas PS, Laird RH and Hiller DB: Fluid and electrolyte status in athletes receiving medical care at an ultradistance triathlon. *Clin. J. Sport Med.* 5:116–122, 1995.
- 170.** Parkin JM, Carey MF, Zhao S and Febbraio MA: Effect of ambient temperature on human skeletal muscle metabolism during fatiguing submaximal exercise. *J. Appl. Physiol.* 86:902–908, 1999.
- 171.** Passmore AP, Kondowe GB and Johnston GD: Renal and cardiovascular effects of caffeine: A dose-response study. *Clin. Sci.* 72:749–756, 1987.
- 172.** Pinchan G, Gauttam RK, Tomar OS and Bajaj AC: Effects of primary hypohydration on physical work capacity. *Int. J. Biometerol.* 32:176-180, 1988.
- 173.** Popkin BM, Armstrong LE, Bray GM, Caballero B, Frei B and Willett WC: A new proposed guidance system for beverage consumption in the United States. *Am. J. Clin. Nutr.* 83:529-542, 2006.
- 174.** Popowski LA, Oppliger RA, Lambert P, et al: Blood and urinary measures of hydration status during progressive acute dehydration. *Med. Sci. Sports Exerc.* 33: 747-53, 2001.
- 175.** Posner L and Mokrzycki MH: Transient central diabetes insipidus in the setting of underlying chronic nephrogenic diabetes insipidus associated with lithium use. *Am. J. Nephrol.* 16:339–343, 1996.
- 176.** Rehrer NJ and Burke LM: Sweat losses during various sports. *Aust J Nutr Diet* 53:S13–S16, 1996.
- 177.** Remick D, Chancellor K, Pederson J, Zambraski EJ, Sawka MN and Wenger CB: Hyperthermia and dehydration-related deaths associated with intentional rapid weight loss in three collegiate wrestlers—North Carolina, Wisconsin, and Michigan, November–December 1997. *Morb. Mortal. Wkly Rep.* 47:105–108, 1998.

- 178.** Ritz P, Salle A, Simard G, Dumas JF, Foussard F and Malthiery Y: Effects of changes in water compartments on physiology and metabolism. *European Journal of Clinical Nutrition* 57, Suppl 2:52-55, 2003.
- 179.** Ritz P and Berrut G: The importance of good hydration for day-to-day health. *International Life Sciences Institute*. 2:S6-S13, 2005.
- 180.** Roberts WO: Death in the heat: can football heat stroke be prevented? *Curr. Sports Med. Rep.* 3:1–3, 2004.
- 181.** Rodahl K: Occupational health conditions in extreme environments. *Ann. Occup. Hyg.* 47:241–252, 2003.
- 182.** Rolls BJ, Wood RJ, Rolls ET, Lind H, Lind W and Ledingham JGG: Thirst following water deprivation in humans. *Am. J. Physiol.* 239:R476-R482, 1980.
- 183.** Rolls BJ and Rolls ET: Thirst. Cambridge: Cambridge University Press, 1982.
- 184.** Ruby BC, Shriver TC, Zderic TW, Sharkey BJ, Burks C and Tysk S: Total energy expenditure during arduous wildfire suppression. *Med. Sci. Sports Exerc.* 34:1048–1054, 2002.
- 185.** Salemme E, Diano S, Maharajan P and Maharajan V: Nitric oxide, a neuronal messenger. Its role in hippocampal plasticity. *Riv. Biol.* 89, 87–107, 1996.
- 186.** Saltmarsh M: Thirst: or, why do people drink? *British Nutrition Foundation Nutrition Bulletin* 26:53-58, 2001.
- 187.** Sawka MN, Toner MM, Francesconi RP and Pandolf KB: Hypohydration and exercise: Effects of heat acclimation, gender, and environment. *J. Appl. Physiol.* 55:1147–1153, 1983.
- 188.** Sawka MN, Francesconi RP, Young AJ and Pandolf KB: Influence of hydration level and body fluids on exercise performance in the heat. *J. Am. Med. Assoc.* 252:1165–1169, 1984.
- 189.** Sawka MN, Young AJ, Francesconi RP, Muza SR and Pandolf KB: Thermoregulatory and blood responses during exercise at graded hypohydration levels. *J. Appl. Physiol.* 59:1394–1401, 1985.
- 190.** Sawka MN and Pandolf KB: Effects of body water loss on physiological function and exercise performance. In *Perspectives in Exercise Science and Sports Medicine*. Vol. 3, ed. CV Gisolfi and DR Lamb, pp 1–38. Misc. Indianapolis: Benchmark Press, 1990.
- 191.** Sawka MN, Young AJ, Latzka WA, Neufer PD, Quigley MD and Pandolf KB: Human tolerance to heat strain during exercise: influence of hydration. *J. Appl. Physiol.* 73:368–375, 1992.
- 192.** Sawka MN, Montain SJ and Latzka WA: Body fluid balance during exercise-heat exposure. In *Buskirk ER, Puhl, SM (eds): “Body Fluid Balance in Exercise and Sport.”* Boca Raton, FL: CRC Press. pp. 139–158, 1996a.

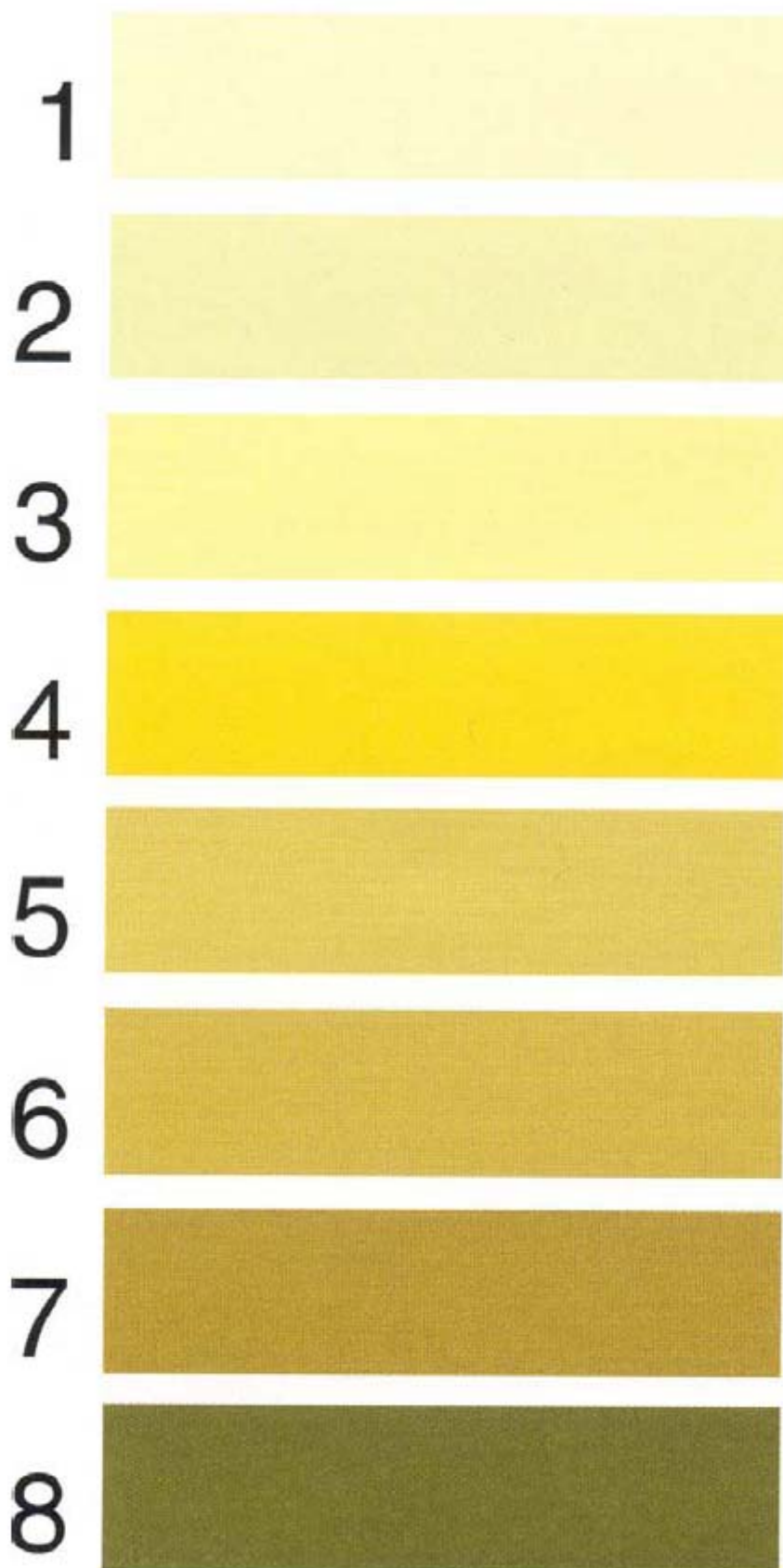
- 193.** Sawka MN, Wenger CB and Pandolf KB: Thermoregulatory responses to acute exercise-heat stress and heat acclimation. In: Fregly MJ, Blatteis CM, eds. *Handbook of Physiology*. Section 4: Environmental Physiology, Volume 1. New York: Oxford University Press. Pp. 157–185, 1996b.
- 194.** Sawka MN and Coyle EF: Influence of body water and blood volume on thermoregulation and exercise performance in the heat. In: Holloszy, ed. *Exercise and Sport Sciences Reviews*. Vol 27. Baltimore, MD: Lippincott, Williams & Wilkins. Pp. 167–218, 1999.
- 195.** Sawka MN and Young AJ: Exercise in hot and cold climates. In: Garrett WE, Kirkendall DT (Eds.), *Exercise and Sport Science*. Williams and Wilkins, Philadelphia, pp. 385-400, 2000.
- 196.** Sawka MN and Montain SJ: Fluid and electrolyte balance: Effects on thermoregulation and exercise in the heat. In: Bowman BA, Russell RM, eds. *Present Knowledge in Nutrition*, 8th ed. Washington, DC: ILSI Press. Pp. 115–124, 2001.
- 197.** Sawka MN, Montain SJ and Latzka WA: Hydration effects on thermoregulation and performance in the heat. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A*. 128:679-690, 2001.
- 198.** Sawka MN, Cheuvront SN and Carter III R: Human water needs. *International Life Sciences Institute* S30-S39, 2005.
- 199.** Sawka MN and Young AJ: Physiological Systems and Their Responses to Conditions of Heat and Cold. In: *ACSM's Advanced Exercise Physiology*, C. M. Tipton, M. N. Sawka, C. A. Tate, and R. L. Terjung. Baltimore, MD: Lippincott, Williams & Wilkins, pp. 535–563, 2005.
- 200.** Sawka MN, Burke LM, Eichner ER, Maughan RJ, Montain SJ and Stachenfeld NS: American College of Sports Medicine: Position Stand: Exercise and Fluid Replacement. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. Official Journal of the American College of Sports Medicine 377-390, 2007.
- 201.** Sayers SP and Clarkson PM: Exercise-induced rhabdomyolysis. *Curr. Sports Med. Rep.* 1:59–60, 2002.
- 202.** Schroeder C, Bush VE, Norcliffe LJ, Luft FC, Tank J, Jordan J and Hainsworth R: Water drinking acutely improves orthostatic tolerance in health subjects. *Circulation* 106:2806–2811, 2002.
- 203.** Scott EM, Greenwood JP, Gilby SG, Stoker JB and Mary DASG: Water ingestion increases sympathetic vasoconstrictor discharge in normal human subjects. *Clin Sci* 100:335–342, 2001.
- 204.** Shirreffs SM, Taylor AJ, Leiper JB and Maughan RJ: Post-exercise rehydration in man: effects of volume consumed and drink sodium content. *Med. Sci. Sports Exerc.* 28:1260 –1271, 1996.

- 205.** Shirreffs SM and Maughan RJ: Volume repletion after exercise-induced volume depletion in humans: replacement of water and sodium losses. *Am. J. Physiol.* 274:F868–F875, 1998.
- 206.** Shirreffs SM: Markers of hydration status. *J. Sports Med. Phys. Fitness* 40:80-84, 2000.
- 207.** Shirreffs SM: Markers of hydration status. *European Journal of Clinical Nutrition* 57, Suppl 2:56-59, 2003.
- 208.** Shirreffs SM, Armstrong LE and Cheuvront SN: Fluid and electrolyte needs for preparation and recovery from training and competition. *Journal of Sports Sciences*. 22:57-63, 2004a.
- 209.** Shirreffs SM, Merson SJ, Fracer SM and Archer DT: The effects of fluid restriction on hydration status and subjective feelings in man. *British Journal of Nutrition* 01:951-958, 2004b.
- 210.** Shore AC, Markandu ND, Sagnella GA, Singer DRJ, Forsling ML, Buckley MG, Sugden AL and MacGregor GA: Endocrine and renal response to water loading and water restriction in normal man. *Clin Sci* 75:171–177, 1988.
- 211.** Siener R and Hesse A: Fluid intake and epidemiology of urolithiasis. *European Journal of Nutrition*. 57:Suppl. 2, S47-S51, 2003.
- 212.** Smith HR, Dhath GS, Melia WM and Dickinson JG: Cystic fibrosis presenting as hyponatraemic heat exhaustion. *BMJ* 310:579–580, 1995.
- 213.** Smith AJ and Shaw L: Mild dehydration: a risk factor for dental disease. *European Journal of Nutrition*. 57:Suppl. 2, S75-S80, 2003.
- 214.** Stofan J, Niksich D, Horswill CA, et al: Sweat and sodium losses in cramp-prone professional football players. *Med. Sci. Sports Exerc.* 33(Suppl 1):S256–2001.
- 215.** Stone KA: Lithium-induced nephrogenic diabetes insipidus. *J. Am. Board. Fam. Pract.* 12:43–47, 1999.
- 216.** Stookey JD: The diuretic effects of alcohol and caffeine and total water intake misclassification. *Eur. J. Epidemiol.* 15:181–188, 1999.
- 217.** Stout NR, Kenny RA and Baylis PH: A review of water balance in ageing in health and disease. *Gerontology* 45:61-66, 1999.
- 218.** Stover EA, Petrie HJ, Passe D, Horswill CA, Murray B and Wildman R: Urine specific gravity in exercisers prior to physical training. *Appl. Physiol. Nutr. Metab.* 31:320–327, 2006.
- 219.** Suhr JA, Hall J, Patterson SM and Niinistö RT: The relation of hydration status to cognitive performance in healthy older people. *International Journal of Psychophysiology* 53:121-125, 2004.
- 220.** Sulzer NU, Schwellnus MP and Noakes TD: Serum electrolytes in Ironman triathletes with exercise-associated muscle cramping. *Med. Sci. Sports Exerc.* 37:1081–1085, 2005.

- 221.** Sun JM, Chia JK, Aziz AR and Tan B: Dehydration rates and rehydration efficacy of water and sports drink during one hour of moderate intensity exercise in well-trained flatwater kayakers. *Ann. Acad. Med. Singapore.* 37(4):261-265, 2008.
- 222.** Taivainen H, Laitinen R, Tahtela R, Kiianmaa K and Valimaki MJ: Role of plasma vasopressin in changes of water balance accompanying acute alcohol intoxication. *Alcohol Clin. Exp. Res.* 19:759–762, 1995
- 223.** Tilkian SM, Boudreau Conover M and Tilkian AG: *Clinical & Nursing Implications of Laboratory Tests*, 5th ed. St. Louis: Mosby, 1995.
- 224.** U.S. Department of Health and Human Services, National Center for Health Statistics, Third National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES III), 1988-1994.
- 225.** U.S. Army: Southwest Asia: Environment and its Relationship to Military Activities. Technical Report EP-118. Natick, MA: Environmental Protection Research Division, Quartermaster Research and Engineering Command, U.S. Army, 1959.
- 226.** Valtin H: Invited review: "Drink at least eight glasses of water a day." Really? Is there scientific evidence for "8X8"? *Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol.* 283:R993-R1004, 2002.
- 227.** Van Loan MD, Kopp LE, King JC, Wong WW and Mayclin PL: Fluid changes during pregnancy: Use of bioimpedance spectroscopy. *J. Appl. Physiol.* 78:1037–1042, 1995.
- 228.** Van Loan MD and Boileau RA: Age, gender, and fluid balance. In Buskirk ER, Puhl SM, eds. *Body fluid balance: Exercise and Sport*. Boca Raton. FL: CRC Press. Pp 215-230, 1996.
- 229.** Visser M and Gallagher D: Age-related change in body water and hydration in old age. In: Arnaud MJ, ed. *Hydration Throughout Life*. Montrouge, France: John Libbey Eurotext. Pp. 117–125, 1998.
- 230.** Wallis GA, Rowlands DS, Shaw C, Jentjens RL and Jeukendrup AE: Oxidation of combined ingestion of maltodextrins and fructose during exercise. *Med. Sci. Sports Exerc.* 37:426–432, 2005.
- 231.** Weinberg AD, Pals JK, Levesque PG, Beal LF, Cunningham TJ and Minaker KL: Dehydration and death during febrile episodes in the nursing home. *J Am Geriatr Soc* 42:968–971, 1994.
- 232.** Weitzman RE and Kleeman CR: The clinical physiology of arginine vasopressin secretion and thirst. *West. J. Med.* 131, 373–400, 1979.
- 233.** Werner J: Temperature regulation during exercise: an overview. In *Perspectives in Exercise Science and Sports Medicine. Volume 6, Exercise, Heat, and Thermoregulation*, ed. CV Gisolfi, DR Lamb and ER Nadel, pp 49–84. Dubuque: Brown and Benchmark, 1993.

- 234.** WHO: New formula for oral rehydration salts will save millions of lives. WHO press release, 2002.
- 235.** Wilk B and Bar-Or O: Effect of drink flavor and NaCl on voluntary drinking and hydration in boys exercising in the heat. *J. Appl. Physiol.* 80:1112–1117, 1996.
- 236.** Wilson M-MG and Morley JE: Impaired cognitive function and mental performance in mild dehydration. *European Journal of Clinical Nutrition.* 57: Suppl. 2, S24-S29, 2003.
- 237.** Wong SH, Williams C, Simpson M and Ogaki T: Influence of fluid intake pattern on short-term recovery from prolonged, submaximal running and subsequent exercise capacity. *J. Sports Sci.* 16:143–152, 1998.
- 238.** Yeargin SW, Casa DJ, Armstrong LE, Watson G, Judelson DA, Psathas E and Sparrow SL: Heat acclimatization and hydration status of American football players during initial summer workouts. *J. Strength Cond. Res.* 20(3):463-470, 2006.
- 239.** Zambraski EJ: The kidney and body fluid balance during exercise. In: Buskirk ER, Puhl SM, eds. *Body Fluid Balance: Exercise and Sport*. Boca Raton, FL: CRC Press. Pp. 75–95, 1996.
- 240.** Zambraski EJ: The renal system. In: *ACSM's Advanced Exercise Physiology*, CM Tipton, MN Sawka, CA Tate and RL Terjung. Baltimore MD: Lippincott, Williams and Wilkins, pp. 521–532, 2005.

Η. Παράρτημα 1



Πηγή: Casa et al, 2000a.

Θ. Παράρτημα 2

Ερωτηματολόγιο για την αίσθηση της δίψας

Δοκιμαζόμενος # : _____

Πόσο διψασμένος/-η αισθάνεσαι τώρα;

καθόλου

Υπερβολικά
διψασμένος

Πηγή: Rolls et al, 1980.

Ερωτηματολόγιο για τις συνήθειες υδάτωσης κατά την άσκηση (Hydration Habits Questionnaire scores, HHQ)

- 1 Πίνεις υγρά όταν αθλείσαι; 1-10*
- 2 Θεωρείς ότι είναι σημαντικό να πίνεις υγρά όταν αθλείσαι; 1-10*
- 3 Τι είδους υγρά πίνεις, εφόσον πίνεις...κατά τη διάρκεια της άσκησης;
 - a. Νερό
 - b. Αθλητικά ποτά
 - c. Σόδα
 - d. Χυμός
 - e. Κάτι άλλο
- 4 Που βρίσκεις τα υγρά που πίνεις;
 - a. Ψύκτης
 - b. Μπουκάλι με νερό από το σπίτι
 - c. Μπουκάλι με νερό που προμηθεύομαι από την ομάδα ή τον προπονητή
 - d. Κάτι άλλο
- 5 Σε έναν φυσιολογικό αγώνα ή προπόνηση, πόσο συχνά πίνεις υγρά;
 - a. Κάθε 10 λεπτά
 - b. Κάθε 20 λεπτά
 - c. Κάθε 30 λεπτά
 - d. Κάθε ώρα
 - e. Δεν πίνω
 - f. Κάτι άλλο
- 6 Θα ήθελες να μπορούσες να πίνεις περισσότερα υγρά κατά τη διάρκεια αγώνων και προπονήσεων; NAI ή OXI
- 7 Μειώνεις την πρόσληψη υγρών, όταν δεν υπάρχει τουαλέτα σε κοντινό σημείο; NAI ή OXI

- 1= ποτέ, 10=πάντα

Ερωτηματολόγιο σχετικά με την ύπαρξη ενογλήσεων μετά την άσκηση (Environmental Symptoms Questionnaire)						
Βάλε ένα X στο τετράγωνο για να εξηγήσεις πώς αισθάνεσαι σήμερα. Απάντησε σε κάθε ερώτηση. Εάν δεν έχεις κάποιο από τα συμπτώματα, απάντησε καθόλου.						
Συμπτώματα	Καθόλου	Λίγο	Σε κάποιο βαθμό	Μέτρια	Πολύ	Πάρα πολύ
Ένιωσα ζαλισμένος						
Είχα πονοκέφαλο						
Ένιωσα δίψα						
Ένιωσα αδυναμία						
Ένιωσα νευρικότητα						
Δυσκολεύτηκα να αναπνεύσω						
Είχα πολύ καλή επίδοση						
Έπαθα κράμπα						
Ένιωσα πόνο στο στομάχι						
Ένιωσα ζεστός						
Είχα πρόβλημα συγκέντρωσης						
Ένιωσα παγωμένος						

Πηγή: Kobrick και Sampson (1979) και Sampson και Kobrick (1980), με κάποιες τροποποιήσεις.

Ερωτηματολόγιο σχετικά με την υδάτωση στο προπονητικό κάμπ (Exit Questionnaire)	
1	Πιστεύεις πως έκανες καλή δουλειά σχετικά με την υδάτωση σου κατά τη διάρκεια του προπονητικού κάμπ; (1=πολύ άσχημη, 5=μέτρια, 10= πολύ καλή)
2	Σε βοήθησε το προπονητικό κάμπ στην πρόσληψη υγρών; (1=καθόλου, 5=σε κάποιο βαθμό, 10=πάρα πολύ)
3	Είχες χρόνο στο προπονητικό κάμπ να πίνεις υγρά; (1=καθόλου, 5=σε κάποιο βαθμό, 10=πάρα πολύ)
4	Ήταν εύκολο να βρεις υγρά στο προπονητικό κάμπ; (1=καθόλου, 5=σε κάποιο βαθμό, 10=πάρα πολύ)
5	Υπήρχε κάτι που σε εμπόδιζε να πίνεις υγρά κατά τη διάρκεια του προπονητικού κάμπ; (ΝΑΙ ή ΟΧΙ)