

ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΔΙΑΙΤΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ

« Αξιολόγηση των επιπέδων υδάτωσης
σε γενικό πληθυσμό »

Μανωλοπούλου Κατερίνα

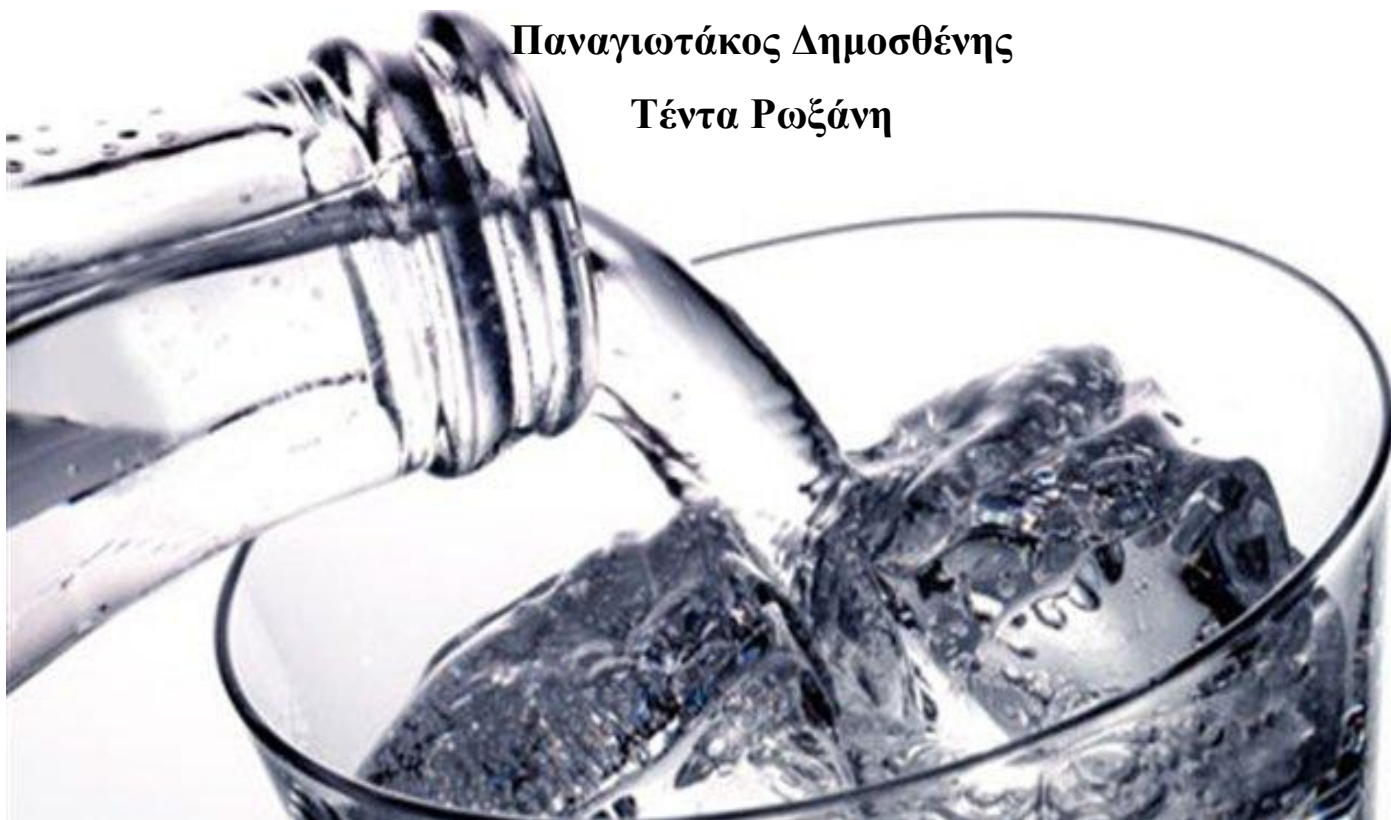
A. M. 20818

Τριμελής επιτροπή:

Κάβουρας Σταύρος

Παναγιωτάκος Δημοσθένης

Τέντα Ρωζάνη



Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή μου κ. Κάβουρα Σταύρο για την ανάθεση της ενδιαφέρουσας αυτής εργασίας, την εμπιστοσύνη που μου έδειξε για τη διεκπεραίωσή της, καθώς και τη βοήθειά του κάθε φορά που τη χρειαζόμουν.

Ένα πολύ μεγάλο ευχαριστώ στο Δημήτρη Μπουγατσά για την πολύτιμη βοήθειά του, τις διορθώσεις του, τις συμβουλές του, και την υπομονή του στο διάβα της άριστης αυτής συνεργασίας μας.

Τέλος, το μεγαλύτερο ευχαριστώ αξίζουν οι γονείς μου για την καταλυτική υποστήριξή τους όλα αυτά τα χρόνια.

Περιεχόμενα

Περίληψη	6
ΜΕΡΟΣ Α	
1.1 Εισαγωγή	8
1.2 Λειτουργίες νερού στον οργανισμό	8
1.3 Συνολικό νερό σώματος	9
1.4 Κατανομή νερού στον οργανισμό	10
1.5 Ανταλλαγή νερού μεταξύ διαμερισμάτων – Υδατική ισορροπία	13
1.6 Ανάγκες του οργανισμού σε νερό	15
1.6.1 Διαιτητικοί παράγοντες	18
Καφεΐνη	18
Αλκοόλ	19
Πρόσληψη νατρίου	19
Μακροθρεπτικά συστατικά	20
1.7 Πηγές πρόσληψης νερού	20
1.8 Οδοί απώλειας νερού	22
Νεφρική απέκκριση νερού	23
Γαστρεντερικές απώλειες νερού	24
Δερματικές απώλειες νερού	24
Αναπνευστικές απώλειες νερού	25
1.9 Νεφρική ρύθμιση ύδατος	26
1.9.1 Παραγωγή ούρων	28
1.9.2 Αγγειοπρεσίνη ή Αντιδιουρητική ορμόνη	29
1.9.3 Σύστημα ρενίνης – αγγειοτενσίνης – αλδοστερόνης	30
1.10 Αφυδάτωση	33
1.11 Ο μηχανισμός της δίψας	35
1.12 Τοξικότητα	36
1.13 Υπονατριαιμία	36
1.14 Αφυδάτωση και επιρροή της στην υγεία	38
Πνευματική κατάσταση	38
Δυσκοιλιότητα	39
Ουρολιθίαση.....	39
Λοίμωξη ουροποιητικού (Ουρολοίμωξη)	40
Καρκίνος ουροδόχου κύστης και παχέος εντέρου	41

Καρκίνος μαστού	42
Στεφανιαία νόσος	42
Εγκεφαλικό έμφραγμα	42
Πρόπτωση μιτροειδούς βαλβίδας	43
Υπέρταση	43
Χολόλιθοι	44
Οδοντικές ασθένειες	44
Υπερωσмотική υπεργλυκαιμική διαβητική κετοξέωση	44
Παχυσαρκία και Σακχαρώδης Διαβήτης Τύπου II	44
Γλαύκωμα	45
1.15 Αφυδάτωση και αθλητική απόδοση	45
1.16 Μέθοδοι αξιολόγησης των επιπέδων υδάτωσης	47
1.16.1 Αλλαγές στο σωματικό βάρος	47
1.16.2 Αιματολογικοί δείκτες	48
Αιμοσφαιρίνη – αιματοκρίτης	48
Ωσμωτικότητα πλάσματος – συγκέντρωση νατρίου	50
1.16.3 Ουροποιητικοί δείκτες	51
Χρώμα και όγκος ούρων	51
Ωσμωτικότητα ούρων	53
Ειδικό βάρος ούρων (USG)	53
1.16.4 Βιοηλεκτρική εμπίδση (BIA)	55
1.16.5 Πίεση αίματος, καρδιακός ρυθμός, ορθοστατική ανοχή	56
1.16.6 Αντιληπτική βαθμολόγηση της δίψας	56
1.16.7 Ερωτηματολόγια συχνότητας κατανάλωσης	57
1.16.8 Ειδικό βάρος και ροή σάλιου	58

ΜΕΡΟΣ Β

2.1 Πειραματική διαδικασία	58
2.2 Σκοπός	58
2.3 Μεθοδολογία	59
2.3.1. Μέτρηση χρώματος ούρων	59
2.3.2. Μέτρηση Ωσμωτικότητας ούρων	60
2.3.3. Μέτρηση ειδικού βάρους ούρων (USG)	60
2.3.4. Ερωτηματολόγια συχνότητας κατανάλωσης (FFQ)	61
2.4 Αποτελέσματα	62

2.4.1 Περιγραφικά χαρακτηριστικά και δείκτες υδάτωσης συνόλου δείγματος	62
2.4.2 Περιγραφικά χαρακτηριστικά και δείκτες υδάτωσης για κάθε φύλο ξεχωριστά.....	62
Άνδρες	62
Γυναίκες	63
Σύγκριση τιμών ουροποιητικών δεικτών υδάτωσης μεταξύ των δύο φύλων	63
2.5 Συζήτηση	64
Βιβλιογραφία	69

Περίληψη

Η ζωή στη γη έχει εξελιχθεί ως συνέπεια της παρουσίας του νερού. Το νερό είναι ένα από τα σημαντικότερα μακροθρεπτικά συστατικά και επιτελεί πολυάριθμες λειτουργίες στον ανθρώπινο οργανισμό. Η φυσιολογική ενυδάτωση συμβαδίζει με ένα ευρύ φάσμα πρόσληψης υγρών. Οι ανθρώπινες ανάγκες σε νερό βασίζονται σε μία επαρκής πρόσληψη (AI) , η οποία πρέπει να πληρεί τις ανάγκες σχεδόν όλων των ανθρώπων σε ένα συγκεκριμένο στάδιο ζωής, έτσι ώστε να αποφευχθεί το αρνητικό σωματικό ισοζύγιο νερού και η επερχόμενη αφυδάτωση. Υπάρχουν αυξανόμενες ενδείξεις ότι η αφυδάτωση μπορεί να διαδραματίζει ένα ρόλο σε διάφορες νοσηρές καταστάσεις.

Σκοπός: Σκοπός της συγκεκριμένης μελέτης ήταν να αξιολογήσει τα επίπεδα υδάτωσης σε ένα σύνολο ατόμων – εθελοντών, σύμφωνα με την ημερήσια πρόσληψη νερού και με τρεις δείκτες υδάτωσης: το χρώμα των ούρων, την ωσμωτικότητα και το ειδικό βάρος. Η ημερήσια πρόσληψη νερού προκύπτει από ερωτηματολόγιο συχνότητας κατανάλωσης .

Μεθοδολογία: Για τη μελέτη χρησιμοποιήθηκαν 227 εθελοντές της μελέτης ΑΤΤΙΚΗ (85 γυναίκες, 141 άνδρες). Γινότανε συλλογή των πρώτων πρωινών τους ούρων και στη συνέχεια τα δείγματα μεταφέρονταν στο εργαστήριο για αναλύσεις. Οι αναλύσεις των δειγμάτων περιελάμβαναν τη ανάλυση χρώματος, ωσμωτικότητας και ειδικού βάρους των ούρων.

Αποτελέσματα: Από τη στατιστική ανάλυση της μελέτης προέκυψε ότι ο μέσος όρος ηλικίας για το δείγμα μας ήταν 53 ± 10 ετών, για το ύψος ήταν 170 ± 10 cm και για το βάρος $83,6 \pm 18,5$ kg. Επίσης, προέκυψε πως ο μέσος όρος χρώματος ούρων ήταν $2,8 \pm 1,1$, για το USG ήταν $1,018 \pm 0,006$, για την ωσμωτικότητα ήταν $650,5 \pm 224,6$ mOsm/kg, για την κατανάλωση νερού ήταν 1507 ± 704 ml ανά ημέρα. Για κάθε φύλο ξεχωριστά προέκυψε ότι ο μέσος όρος ηλικίας των ανδρών ήταν 53 ± 10 ετών, ο μέσος όρος ύψους τους ήταν 175 ± 6 cm, και ο μέσος όρος βάρους τους ήταν $88,9 \pm 12,5$ kg. Ακόμη, ο μέσος όρος χρώματος ούρων του συνολικού αριθμού των ανδρών (N=141) ήταν $2,9 \pm 1$, για το USG ο μέσος όρος ήταν $1,019 \pm 0,006$, για την ωσμωτικότητα $679,5 \pm 214,7$ mOsm/ kg. Οι άνδρες κατανάλωναν κατά μέσο όρο 1554 ± 726 ml νερό ανά ημέρα. Για τις γυναίκες ο μέσος όρος ηλικίας τους ήταν 53 ± 11 ετών, ο μέσος όρος ύψους ήταν 162 ± 10 cm, και ο μέσος όρος βάρους ήταν $74,7 \pm 22,9$ kg. Ακόμη, ο μέσος όρος USG ήταν $1,017 \pm 0,007$, ο μέσος όρος ωσμωτικότητας ήταν $602,3 \pm 233,6$ mOsm/ kg . Οι γυναίκες κατανάλωναν κατά μέσο όρο 1430 ± 662 ml νερό ανά ημέρα. Τέλος, από τη σύγκριση

των τιμών δεικτών υδάτωσης μεταξύ ανδρών και γυναικών παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p=0.012<0.05$) μόνο για τις τιμές ωσμωτικότητας μεταξύ των δύο φύλων.

Συμπέρασμα: Σύμφωνα με τον Armstrong και τη χρωματική του κλίμακα για το χρώμα των ούρων, καθώς και σύμφωνα με τις απόψεις του ACSM για την ωσμωτικότητα και το όριο USG, παρατηρούμε ότι ο μέσος όρος του δείγματός μας ήταν ενυδατωμένος. Αυτοί οι δείκτες αντικατοπτρίζονται και από την επαρκή μέση κατανάλωση νερού του δείγματος, αν σκεφτούμε ότι το 80% της πρόσληψης νερού προέρχεται από πόσιμο νερό και από αφεψήματα. Επίσης, αν λάβουμε υπόψη τις Ευρωπαϊκές συστάσεις παρατηρούμε ότι πληρούνται οι ημερήσιες ανάγκες σε υγρά, δεδομένου ότι η μέση τιμή που βρήκαμε αντιστοιχεί μόνο σε πόσιμο νερό.

Μέρος Α

1.1 Εισαγωγή

Η ζωή στη γη έχει εξελιχθεί ως συνέπεια της παρουσίας του νερού. Το νερό είναι ένα από τα σημαντικότερα μακροθρεπτικά συστατικά. Είναι το πιο άφθονο και το πιο συχνά ανακυκλώμενο στοιχείο στο ανθρώπινο σώμα ^[1]. Πρόκειται για μία απλή ένωση που αποτελείται από δύο άτομα υδρογόνου και ένα άτομο οξυγόνου (H_2O) και είναι το σπουδαιότερο από όλα τα συστατικά τα απαραίτητα στη χημεία και τις λειτουργίες των ζωντανών οργανισμών ^[2].

1.2 Λειτουργίες νερού στον οργανισμό

Το νερό επιτελεί πολυάριθμες διαφορετικές λειτουργίες στον ανθρώπινο οργανισμό:

- Καταλαμβάνει το μεγαλύτερο ποσοστό του σωματικού μας βάρους ^[2]
- Αποτελεί το βασικό δομικό συστατικό του κυτταροπλάσματος ^[2]
- Αποτελεί το διαλύτη μέσα στον οποίο οι υπόλοιπες θρεπτικές ουσίες θα λειτουργήσουν ^[2].
- Είναι άριστος διαλύτης για ιόντα που απαιτούνται για μετάδοση νευρικών σημάτων, για την ενζυμική δραστηριότητα, για την ανοργανοποίηση των οργανικών ενώσεων και τις ιδιότητες του DNA ^[1]
- Ρυθμίζει τη θερμοκρασία του σώματος ^[2,14] μέσω του ιδρώτα και της εξάτμισής του από την επιφάνεια του δέρματος ^[2]
- Προστατεύει ιστούς ζωτικής σημασίας, όπως ο νωτιαίος μυελός και ο εγκέφαλος ^[2]
- Είναι απαραίτητο για την ομαλή λειτουργία των αισθήσεων (ακοή, όραση, γεύση, όσφρηση) ^[2]
- Είναι βασικό συστατικό του αίματος που με τη σειρά του αποτελεί το σημαντικότερο μεταφορέα οξυγόνου, θρεπτικών συστατικών και ορμονών στα κύτταρα για τις

λειτουργίες τους, καθώς και άχρηστων προϊόντων του μεταβολισμού για την απέκκρισή τους.^[2]

- Αποτελεί λιπαντικό των αρθρώσεων^[1]
- Το νερό του κυττάρου μαζί με τις ροές νερού μεταξύ ενδοκυτταρικών και εξωκυτταρικών διαμερισμάτων επηρεάζουν κατά πολύ τον όγκο του κυττάρου, από τον οποίο καθορίζεται ένας μεγάλος αριθμός κυτταρικών λειτουργιών (επιθηλιακή μεταφορά, μεταβολισμός, διέγερση, απελευθέρωση ορμονών, πολλαπλασιασμός των κυττάρων ακόμη και κυτταρικό θάνατο)^{[1], [13]}.

1.3 Συνολικό νερό σώματος (TBW)

Όπως προαναφέρθηκε, το μεγαλύτερο ποσοστό του σωματικού μας βάρους οφείλεται στην ύπαρξη του νερού, το οποίο είναι το πολυπληθέστερο μόριο στο ανθρώπινο σώμα. Σε κάθε 100 μόρια του ανθρωπίνου σώματος, τα 99 είναι μόρια νερού.^[4] Το νερό αποθηκεύεται στα διάφορα διαμερίσματα του οργανισμού μας αλλά και μετακινείται συνεχώς μεταξύ αυτών^[2].

Ως συνολικό νερό σώματος (Total Body Water, TBW) εννοούμε το υγρό που καταλαμβάνει τον ενδοκυττάριο χώρο (ενδοκυττάριο υγρό, Intracellular fluid, ICF) και τον εξωκυττάριο χώρο (εξωκυττάριο υγρό, Extracellular fluid, ECF) και αποτελεί το 63,3% της μάζας σώματος^[5] με ένα εύρος 45- 75%^[7]. Οι διαφορές αυτές οφείλονται κυρίως στη σύσταση του σώματος: η άλιπη μάζα περιέχει 70-80% νερό, ενώ ο λιπώδης ιστός περιέχει περίπου 10% νερό^[7,8], συνεπώς καθώς αυξάνεται το ποσοστό σωματικού λίπους μειώνεται το ποσοστό του συνολικού νερού σώματος^[9]. Οι γυναίκες, ξεκινώντας από την εφηβεία, παρουσιάζουν χαμηλότερα ποσοστά νερού από τους άνδρες λόγω υψηλότερης λιπώδους μάζας^[10].

Όλα αυτές οι σχέσεις όμως εξαρτώνται από κάποιους παράγοντες, όπως είναι η ηλικία, το φύλο και το γένος^[6,7,8]. Στα νεογνά το 75% του σωματικού τους βάρους είναι νερό^[9,10] (εύρος 64 -84 %) και μειώνεται με την ηλικία σε 56% (εύρος 47 -67%) και σε 47% (εύρος 39-57%) σε άνδρες και γυναίκες ηλικίας άνω των 50 ετών αντιστοίχως^[10]. Επίσης, τα βρέφη έχουν ένα σχετικά υψηλότερο περιεχόμενο νερού στο εξωκυττάριο διαμέρισμα και ένα σχετικά χαμηλότερο περιεχόμενο νερού στο ενδοκυττάριο διαμέρισμα σε σύγκριση με μεγαλύτερα παιδιά^[13].

Το νερό υπάρχει στο σώμα σε συνδυασμό με πρωτεΐνες, υδατάνθρακες και ηλεκτρολύτες. Οι πρωτεΐνες στους μυς, στο αίμα και στους υπόλοιπους ιστούς βοηθούν στη δέσμευση του νερού στους ιστούς αυτούς. Επίσης, το γλυκογόνο των μυών περιέχει σημαντικές ποσότητες νερού (περίπου 3 γραμμάρια / 1 γραμμάριο γλυκογόνου) ^[2].

Οι αθλητές έχουν σχετικά υψηλές τιμές συνολικού νερού σώματος, λόγω της υψηλής ελεύθερης μάζας σώματος, των χαμηλών ποσοστών σωματικού λίπους και των υψηλών επιπέδων γλυκογόνου των σκελετικών μυών ^[13].

Ο παρακάτω πίνακας παρέχει τιμές συνολικού νερού σώματος (TBW) ως ποσοστό του συνολικού σωματικού βάρους σε διάφορες ηλικίες και γένη.

Πίνακας 1: Το συνολικό νερό σώματος (TBW) ως ποσοστό του συνολικού σωματικού βάρους σε διάφορες ομάδες ανάλογα με την ηλικία και το φύλο	
Στάδιο ζωής	TBW ως ποσοστό του σωματικού βάρους, μέσος όρος (εύρος)
0–6 μηνών	74 (64–84)
6 μηνών–1 χρονών	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)

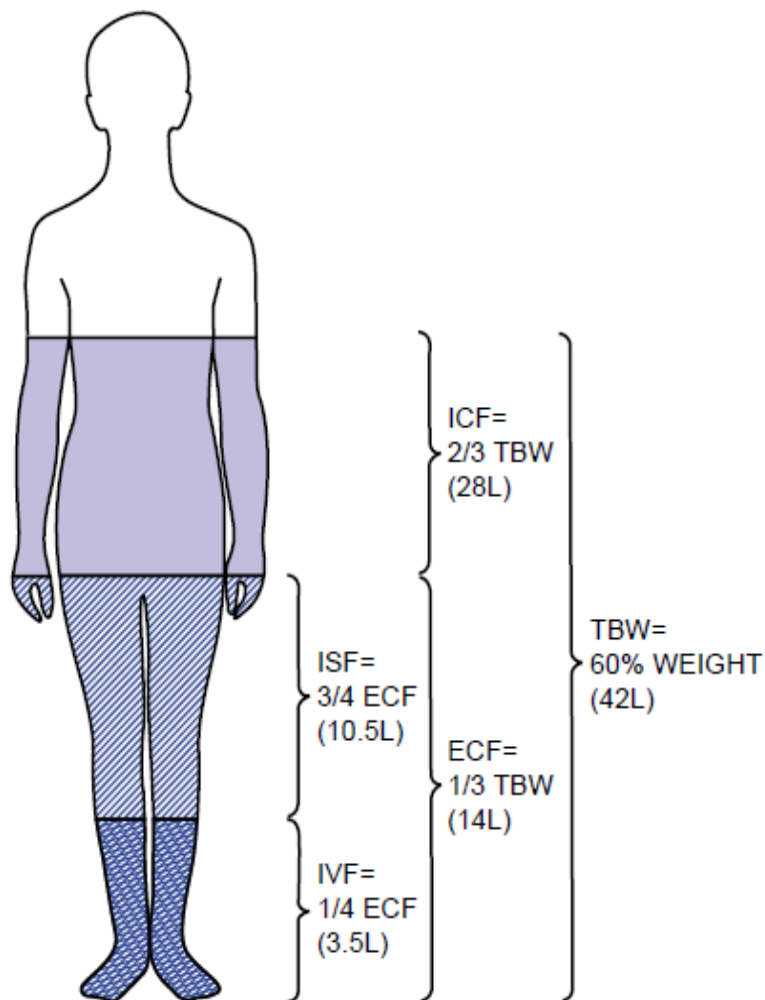
IOM (2004) ^[13]

1.4 Κατανομή νερού στον οργανισμό

Το σωματικό νερό κατανέμεται στο εξωκυττάριο και στο ενδοκυττάριο υγρό, τα οποία αντιστοιχούν στο 65% και στο 35% του σωματικού νερού αντίστοιχα. Η διάκριση μεταξύ ενδοκυτταρίου και εξωκυτταρίου υγρού δικαιολογείται από τις θεμελιώδεις διαφορές στη δομή των ηλεκτρολυτών των δύο αυτών διαμερισμάτων ^[6].

Το εξωκυττάριο υγρό υποδιαιρείται :

- στο διακυττάριο ή μεσοκυττάριο υγρό (interstitial fluid, ISF), που βρίσκεται μεταξύ των κυττάρων ή τα περιβάλλει, και αποτελεί τα 3/4 αυτού περίπου^[8]
- στο ενδοαγγειακό υγρό (intravascular fluid, IVF) ή πλάσμα, μέσα στα αιμοφόρα αγγεία, και αποτελεί περίπου το 1/4 αυτού
- και στα υγρά σε λοιπά διαμερίσματα του σώματος, όπως το εγκεφαλονωτιαίο υγρό^[2].



Verbalis (2003)^[22]

Εικόνα 1: Σχηματική αναπαράσταση των διαμερισμάτων των σωματικών υγρών στον άντρα. Οι σκιασμένες περιοχές απεικονίζουν το κατά προσέγγιση μέγεθος του κάθε διαμερίσματος ως συνάρτηση του σωματικού βάρους. Οι φιγούρες δείχνουν τα σχετικά μεγέθη των διαφόρων διαμερισμάτων σε υγρά και τον κατά προσέγγιση όγκο των διαμερισμάτων (σε λίτρα) σε έναν ενήλικα 70 κιλών. TBW=συνολικό νερό σώματος, ECF= εξωκυττάριο υγρό, ICF = ενδοκυττάριο υγρό, ISF= διάμεσο υγρό, IVF= ενδοαγγειακό υγρό

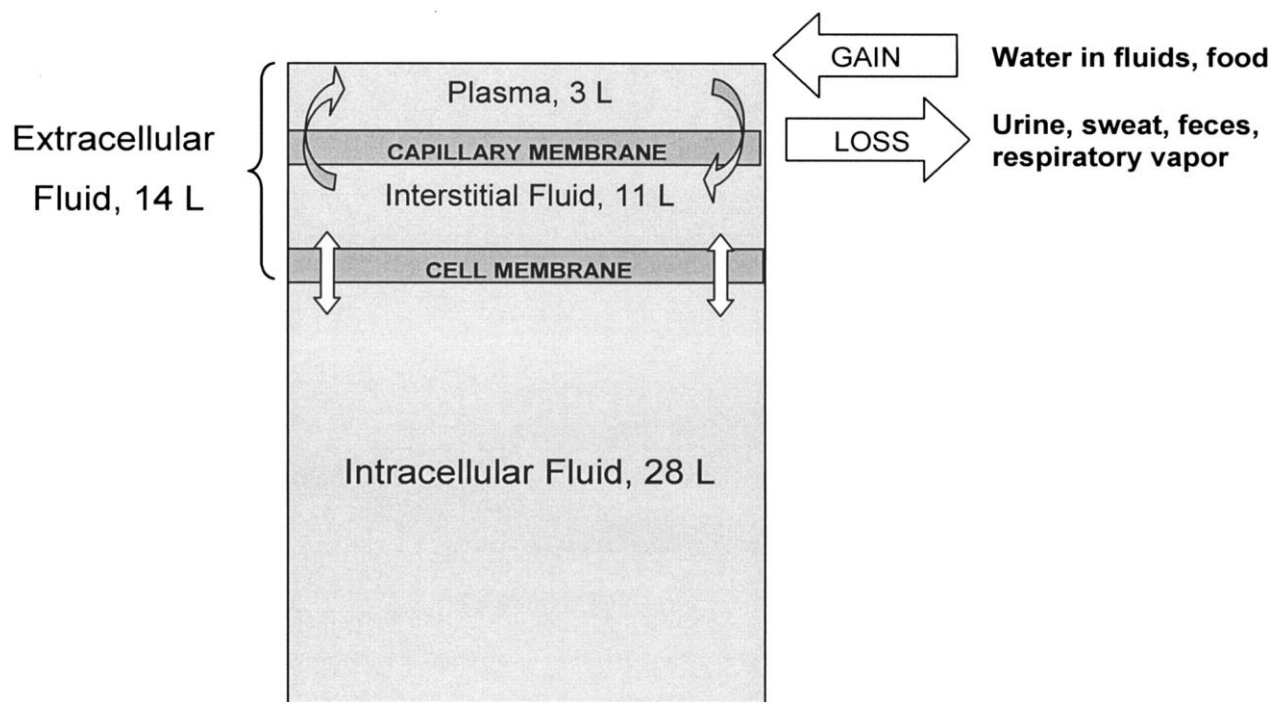
Το *εξωκυττάριο υγρό* είναι σε συνεχή κίνηση σε όλο το σώμα. Μεταφέρεται ταχέως στην κυκλοφορία του αίματος και στη συνέχεια αναμιγνύεται μεταξύ του αίματος και των υγρών των ιστών, με διάχυση μέσω των τριχοειδών τοιχωμάτων. Στο εξωκυττάριο υγρό βρίσκονται τα ιόντα και τα θρεπτικά συστατικά που απαιτούνται από τα κύτταρα για να διατηρηθούν εν ζωή ^[8]. Συγκεκριμένα, περιέχει μεγάλες ποσότητες νατρίου, χλωρίου, όξινων ανθρακικών ιόντων και θρεπτικών συστατικών για τα κύτταρα, όπως οξυγόνο, γλυκόζη, λιπαρά οξέα και αμινοξέα ^[6,8]. Ακόμη, περιέχει μικρές ποσότητες καλίου, ασβεστίου, μαγνησίου και φωσφορικών και οργανικών ιόντων, καθώς και άχρηστα προϊόντα των κυττάρων, τα οποία θα μεταφερθούν στους πνεύμονες και στα νεφρά αντίστοιχα για απέκκριση ^[8].

Από την άλλη, το *ενδοκυττάριο υγρό* περιέχει μόνο μικρές ποσότητες νατρίου και χλωρίου και σχεδόν καθόλου ιόντα ασβεστίου. Αντιθέτως, περιέχει μεγάλες ποσότητες καλίου και φωσφορικών ιόντων και μέτριες ποσότητες μαγνησίου και θεικών ιόντων, τα οποία έχουν χαμηλές συγκεντρώσεις στο εξωκυττάριο υγρό. Επίσης, τα κύτταρα περιέχουν μεγάλες ποσότητες πρωτεΐνης σχεδόν τέσσερις φορές όσο το πλάσμα ^[8].

Η βέλτιστη κυτταρική δραστηριότητα και η επιβίωση των κυττάρων εξαρτώνται από τη διατήρηση των χαρακτηριστικών προτύπων ηλεκτρολυτών τόσο του εξωκυτταρίου όσο και του ενδοκυτταρίου υγρού ^[6,8].

Ένας κατά μέσο όρο 70 κιλών άνθρωπος έχει 42 λίτρα συνολικό νερό σώματος (TBW) με εύρος 31- 51 λίτρα ^[7,8] εκ των οποίων τα 28 λίτρα είναι ενδοκυττάριο και τα 14 λίτρα εξωκυττάριο , με 3,1 λίτρα του τελευταίου περίπου ως πλάσμα ^[10].

Το παρακάτω σχήμα απεικονίζει τα διαμερίσματα των σωματικών υγρών σε έναν άνθρωπο 70 κιλών, καθώς και πηγές πρόσληψης και αποβολής των υγρών.

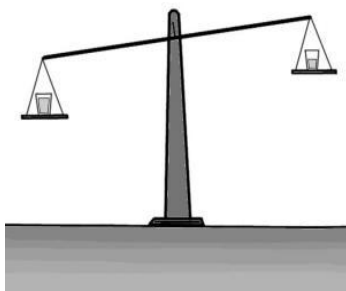


Armstrong (2007) ^[5]

Εικόνα 2. Διαμερίσματα σωματικών υγρών που περιλαμβάνουν 42 λίτρα ως συνολικό νερό σώματος, σε άνθρωπο 70κιλών, καθώς και πηγές πρόσληψης και αποβολής υγρών.

1.5 Ανταλλαγή νερού μεταξύ των διαμερισμάτων – Υδατική ισορροπία διαμερισμάτων

Ισοζύγιο νερού, δηλαδή υδατική ισορροπία νερού σώματος, είναι η εξίσωση των προσλαμβανόμενων υγρών με τον αποβαλλόμενων.



Η διατήρηση ενός φυσιολογικού εσωτερικού περιβάλλοντος, έτσι ώστε το σώμα να κατανέμει και να χρησιμοποιεί ιδανικά το νερό, τους ηλεκτρολύτες, τις ορμόνες, και άλλες ουσίες απαραίτητες για τη ζωή, καλείται *ομοιόσταση* και οι μηχανισμοί που συμβάλλουν σε αυτό το φαινόμενο καλούνται ομοιοστατικοί. Όλοι αυτοί οι μηχανισμοί λειτουργούν μέσω μιας ακολουθίας διαδικασιών ανάδρασης, η φυσιολογική λειτουργία των οποίων συμβάλλει στη διατήρηση της φυσικής και χημικής σύνθεσης των υδατικών διαμερισμάτων του σώματος ^[2].

Το νερό διαχέεται από την πλευρά της μεμβράνης με την υψηλή συγκέντρωση νερού στην πλευρά της μεμβράνης με τη χαμηλή συγκέντρωση νερού. Η διαδικασία αυτή λέγεται *ώσμωση* και όπως σε όλα τα φαινόμενα διάχυσης, προκειμένου να προκληθεί ροή μιας ουσίας από μία περιοχή σε μία άλλη, πρέπει να υπάρχει διαφορά συγκέντρωσης της ουσίας στις δύο αυτές περιοχές ^[4].

Σε αυτό το σημείο αξίζει να αναφερθεί η *ωσμωτικότητα*, η οποία είναι και η βασική διαδικασία ανάδρασης του νερού. Ωσμωτικότητα είναι η ποσότητα ή η συγκέντρωση των διαλυμένων ουσιών σε ένα διάλυμα ^[2,4].

Ισοωσμωτικό είναι ένα διάλυμα που περιέχει 300 mOsm/L διαλυμένων ουσιών, ανεξαρτήτως από την κατανομή τους σε διερχόμενες και μη. Συγκέντρωση διαλυμένων ουσιών μεγαλύτερη από 300 mOsm/L και μικρότερη από 300 mOsm/L, χαρακτηρίζει το διάλυμα ως *υπερωσμωτικό* και *υποωσμωτικό* αντίστοιχα ^[2,4].

Στο σώμα μας υπάρχει ένας αριθμός διαφορετικών ουσιών που είναι ωσμωτικά δραστικές, όπως η γλυκόζη, οι πρωτεΐνες, και διάφοροι ηλεκτρολύτες, όπως το νάτριο. Οι ουσίες αυτές είναι διαλυμένες μέσα στο νερό του σώματος ^[2,4].

Ένας άλλος όρος που χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με την ωσμωτικότητα είναι η *τονικότητα*, δηλαδή η *ωσμωτική τάση* ή *πίεση*. Όταν δύο διαλύματα με διαφορετικές συγκεντρώσεις διαλυμένης ουσίας χωριστούν από μια διαπερατή μεμβράνη, όπως συμβαίνει στο ανθρώπινο σώμα μεταξύ των διαμερισμάτων των υγρών του, μια διαφορά πίεσης μπορεί να αναπτυχθεί μεταξύ των διαλυμάτων, που οδηγεί στη μετακίνηση του νερού. Η πίεση αυτή καλείται ωσμωτική πίεση ^[2]. Πιο συγκεκριμένα, η ωσμωτική πίεση ενός διαλύματος δεν είναι μια δύναμη που « σπρώχνει » τα μόρια του νερού να εισέλθουν στο διάλυμα, αλλά είναι η απαιτούμενη ποσότητα πίεσης που πρέπει να εξασκηθεί στο διάλυμα, ώστε να προληφθεί η καθαρή είσοδος του νερού. Η ωσμωτική πίεση και η ωσμωτικότητα εξαρτώνται από την υδατική συγκέντρωση του διαλύματος, δηλαδή όσο μικρότερη είναι η συγκέντρωση του νερού σε ένα διάλυμα, τόσο υψηλότερη είναι η ωσμωτική πίεση του διαλύματος αυτού ^[4].

Ισοτονικά (ή *ισότονα*) χαρακτηρίζονται δύο διαλύματα που έχουν την ίδια ωσμωτική πίεση. *Υπερτονικό* (ή *υπέρτονο*) χαρακτηρίζεται ένα διάλυμα το οποίο έχει μεγαλύτερη ωσμωτική πίεση

από ένα άλλο διάλυμα, το οποίο χαρακτηρίζεται ως *υποτονικό* (ή *υπότονο*) λόγω μικρότερης ωσμωτικής πίεσης από το πρώτο ^[2].

Έτσι λοιπόν, το νερό κινείται διαμέσου της κυτταρικής μεμβράνης από το υπότονο διάλυμα (χαμηλή συγκέντρωση διαλυμένης ουσίας και μεγάλη ποσότητα νερού) προς το υπέρτονο διάλυμα (υψηλή συγκέντρωση διαλυμένης ουσίας και μικρή ποσότητα νερού) ^[2].

Η ανταλλαγή νερού μεταξύ εξωκυττάριου και ενδοκυττάριου διαμερίσματος ακολουθεί τις ωσμωτικές διαφορές, για να εξισώσει το σύνολο των συγκεντρώσεων των ανιόντων και κατιόντων στα δύο διαμερίσματα. Οι διαφορές στις συγκεντρώσεις νατρίου και καλίου των δύο διαμερισμάτων διατηρούνται με τις αντλίες ιόντων ATP-άσες, οι οποίες καταναλώνουν το 1/3 της ενεργειακής δαπάνης ηρεμίας ^[10].

Τέλος, η διαπερατότητα των κυτταρικών μεμβρανών στο νερό οφείλεται σε μια ομάδα μεμβρανικών πρωτεϊνών, τις υδατοπορίνες (Aquaporins), οι οποίες σχηματίζουν διαύλους, αποτελώντας τη δίοδο διάχυσης του νερού. Ο αριθμός τους ποικίλλει στις διάφορες κυτταρικές μεμβράνες και είναι δυνατόν να μεταβληθεί ως απόκριση σε ορισμένα βιολογικά σήματα σε μερικά κύτταρα. Ο διάυλος του ύδατος είναι αρκετά στενός, ώστε να αναγκάζει τα μόρια του ύδατος να διατάσσονται σε ένα στοίχο, το ένα πίσω από το άλλο σαν χάνδρες από κομπολόι ^[4].

Η ισορροπία νερού και ηλεκτρολυτών μεταξύ των διαμερισμάτων του οργανισμού είναι εξαιρετικής σημασίας για τους αθλητές. Αυτό συμβαίνει γιατί οι μεταβολές των υγρών σώματος, όπως για παράδειγμα ελάττωση του όγκου αίματος και κυτταρική αφυδάτωση που είναι πιθανόν να συμβούν σε θερμό περιβάλλον κατά την άσκηση, μπορούν να οδηγήσουν στην εμφάνιση κόπωσης ή θερμικής βλάβης ^[2].

1.6 Ανάγκες του οργανισμού σε νερό

Το νερό είναι απαραίτητο για όλες τις λειτουργίες του σώματος και πάρα πολύ σημαντικό για τη θερμορύθμιση ^[10]. Ο άνθρωπος αν και μπορεί να επιβιώσει πάνω από 60- 70 ημέρες χωρίς φαγητό ^[9,12], η στέρηση του νερού θα οδηγήσει σε θάνατο μέσα σε λίγες μέρες, ειδικά σε θερμό περιβάλλον ^[9,11].

Οι υγιείς άνθρωποι ρυθμίζουν το ημερήσιο ισοζύγιο νερού εξαιρετικά καλά σε όλη τη διάρκεια της ζωής τους, παρά τις αλλαγές στη βιολογική εξέλιξη και την έκθεση σε στρεσογόνους

παράγοντες σε κατάσταση ενυδάτωσης. Οξεία ή χρόνια ελλείμματα νερού προκύπτουν όταν οι προσλήψεις μειώνονται ή οι απώλειες αυξάνονται, αλλά γενικά η ενυδάτωση από μέρα σε μέρα διατηρείται καλά για όσο διάστημα τα τρόφιμα και τα υγρά είναι άμεσα διαθέσιμα ^[15].

Νερό καταναλώνεται από διαφορετικές πηγές, οι οποίες περιλαμβάνουν το πόσιμο νερό (βρύσης και εμφιαλωμένο), τα ποτά (αλκοολούχα και μη), την περιεκτικότητα σε υγρασία των τροφίμων, καθώς και το νερό που παράγεται από τις οξειδωτικές διεργασίες στο σώμα ^[10].

Σύμφωνα με τις Αμερικανικές συστάσεις, μια ημερήσια πρόσληψη υγρών 3,7 λίτρα για τους ενήλικες άνδρες και 2,7 λίτρα για τις ενήλικες γυναίκες ανταποκρίνεται στις ανάγκες της πλειοψηφίας των ατόμων. Ωστόσο, η έντονη σωματική άσκηση και η θερμική καταπόνηση μπορούν να αυξήσουν σημαντικά τις καθημερινές ανάγκες σε νερό, και η μεταβλητότητα μεταξύ των αθλητών μπορεί να είναι σημαντική ^[15]. Οι φυσιολογικές ανάγκες σε νερό έχουν μεγάλη διακύμανση που οφείλεται σε πολλούς παράγοντες, όπως ο μεταβολισμός, η διατροφή, το κλίμα, το ντύσιμο κλπ. Επομένως, η φυσιολογική ενυδάτωση συμβαδίζει με ένα ευρύ φάσμα πρόσληψης υγρών. Οι ανθρώπινες ανάγκες σε νερό δε θα πρέπει να βασίζονται σε μία ελάχιστη πρόσληψη, καθώς αυτό θα μπορούσε τελικά να οδηγήσει σε έλλειμμα, και σε πιθανή αρνητική επίδοση και επιπτώσεις στην υγεία ^[15]. Έτσι λοιπόν, έχει οριστεί για το σύνολο του νερού μια επαρκής πρόσληψη (AI), για την πρόληψη των επιβλαβών (κυρίως έντονων- οξείων) επιπτώσεων της αφυδάτωσης, που περιλαμβάνουν μεταβολικές και λειτουργικές ανωμαλίες. Η επαρκής πρόσληψη δεν αντιπροσωπεύει απαιτήσεις σε νερό. Είναι ένα ποσό που θα πρέπει να πληρεί τις ανάγκες σχεδόν όλων των ανθρώπων σε ένα συγκεκριμένο στάδιο ζωής ^[13].

“ Adequate Intake (AI) – Επαρκής Πρόσληψη : το συνιστώμενο μέσο ημερήσιο επίπεδο πρόσληψης που βασίζεται σε παρατηρούμενες ή πειραματικά καθορισμένες προσεγγίσεις ή εκτιμήσεις της πρόσληψης θρεπτικών συστατικών από μια ομάδα (ή ομάδες) φαινομενικά υγιών ανθρώπων, που υποτίθεται ότι είναι επαρκείς – χρησιμοποιείται όταν το RDA δεν μπορεί να καθοριστεί ” ^[13,16]

Το Αμερικάνικο Ινστιτούτο Ιατρικής (IOM- Institute Of Medicine) βασίζει τις συστάσεις του για συνολική πρόσληψη νερού (πόσιμο νερό, αφεψήματα, νερό τροφίμων) στην επαρκή πρόσληψη (AI) και τα στοιχεία για αυτές τις συστάσεις προήλθαν από τη μελέτη NHANES III (Third National Health And Nutrition Examination Survey). Τα στοιχεία αυτά είναι κατηγοριοποιημένα ανά στάδιο ζωής και ανά φύλο από την εφηβεία και μετά ^[13,16]. Όλα συνοψίζονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 2: Επαρκής Πρόσληψη (ΑΙ) για συνολικά υγρά	
Στάδιο ζωής	ΑΙ για συνολικό νερό (L/ ημέρα)
Βρέφη 0-6 μηνών *	0,7
Βρέφη 6-12 μηνών	0,8
Παιδιά 1-3 ετών	1,3
Παιδιά 4-8 ετών	1,7
Αγόρια 9-13 ετών	2,4
Κορίτσια 9-13 ετών	2,1
Αγόρια 14-18 ετών	3,3
Κορίτσια 14-18 ετών	2,3
Άνδρες 19-70+ετών	3,7
Γυναίκες 19-70+ ετών	2,7
Εγκυμονούσες 14-50 ετών	3,0
Θηλάζουσες Γυναίκες 14-50 ετών	3,8

*για βρέφη τα οποία θηλάζουν αποκλειστικά

IOM (2004) ^[13],
Campbell (2007) ^[16]

Οι αυξημένες ανάγκες στην εγκυμοσύνη είναι λόγω της συνεχούς αύξησης του αμνιακού υγρού, και του της συνεχούς αύξησης του εξωκυττάριου χώρου ^[13,26]. Όσον αφορά τις θηλάζουσες γυναίκες, θα πρέπει να αναπληρώνουν τα υγρά που χάνουν από το γάλα που θηλάζουν, αν σκεφτούμε ότι το 78% του γάλακτος είναι νερό και η μέση παραγωγή γάλακτος κατά τους πρώτους 6 μήνες θηλασμού είναι 750 ml/ημέρα ^[26]. Γι' αυτό και η συγκεκριμένη προσαύξηση.

Οι συστάσεις όπως προαναφέρθηκε αλλάζουν όσον αφορά αθλητές και άτομα που προπονούνται έντονα σε ζεστό περιβάλλον (όπως π.χ. το στρατιωτικό προσωπικό) ^[15,16].

Εκτός βέβαια από τις παραπάνω συστάσεις υπάρχουν και συστάσεις από τον Ευρωπαϊκό οργανισμό EFSA (European Food Safety Authority). Τα δεδομένα προήλθαν από χώρες όπως η το Βέλγιο, η Γερμανία, η Γαλλία, η Σουηδία, η Ιταλία, η Ολλανδία, η Φιλανδία και άλλες χώρες της Βόρειας Ευρώπης. Δεδομένα από χώρες της Νότιας Ευρώπης δεν υπάρχουν και πιθανώς να μην ανταποκρίνονται επαρκώς οι ευρωπαϊκές συστάσεις σε αυτές ^[13]. Οι συστάσεις λοιπόν του EFSA συνοψίζονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 3: Επαρκής Πρόσληψη (ΑΙ) για συνολικά υγρά	
Στάδιο ζωής	ΑΙ για συνολικό νερό (L/ ημέρα)
Βρέφη 0-12 μηνών	0,8-1
Παιδιά 1-8 ετών	1,1-1,6
Αγόρια 9-13 ετών	2,1
Κορίτσια 9-13 ετών	1,9
Αγόρια 14-18 ετών	2,5
Κορίτσια 14-18 ετών	2
Άνδρες 19-70+ετών	2,5
Γυναίκες 19-70+ ετών	2
Εγκυμονούσες 14-50 ετών	+0,3
Θηλάζουσες Γυναίκες 14-50 ετών	+0,7

IOM (2004) ^[13]

1.6.1 Διαιτητικοί παράγοντες

Φυσιολογική κατάσταση ενυδάτωσης μπορεί να επιτευχθεί με ένα ευρύ φάσμα πρόσληψης νερού. Εκτός από τη σωματική δραστηριότητα, την έκθεση στη ζέστη και τις περιβαλλοντικές συνθήκες, υπάρχουν και διαιτητικοί παράγοντες οι οποίοι μπορεί να επηρεάσουν τις απαιτήσεις σε νερό ^[10].

Καφεΐνη

Η καφεΐνη είναι μία από τις τρεις μεθυλοξανθίνες που βρίσκεται στα τρόφιμα. Πιο συγκεκριμένα, βρίσκεται φυσικά στον καφέ, στο τσάι, τη σοκολάτα ^[10,13,16] και προστίθεται σε αναψυκτικά τύπου κόλα και άλλα αφεψήματα και αποτελεί συστατικό πολλών φαρμάκων ^[13].

Εδώ και πολύ καιρό υπήρχε η αντίληψη ότι η κατανάλωση αφεψημάτων που περιέχουν καφεΐνη μπορούν να οδηγήσουν σε έλλειμμα του συνολικού νερού σώματος, λόγω της διουρητικής επίδρασης της καφεΐνης στην επαναρρόφηση νερού από τα νεφρά ^[10,13]. Τα δεδομένα όμως ήταν ανεπαρκή. Σε αντίθεση με αυτή τη δημοφιλή πεποίθηση, έρευνες δείχνουν ότι ο καφές, το τσάι, και τα υπόλοιπα ροφήματα που περιέχουν καφεΐνη δεν αυξάνουν την παραγωγή ούρων ούτε επηρεάζουν αρνητικά τους δείκτες ενυδάτωσης σε άτομα που έχουν συνηθίσει την κατανάλωση καφέ ^[16].

Σύμφωνα με το EFSA Journal 2010 μελέτες που διεξήχθησαν σε υγιή άτομα τα οποία απείχαν για 5 ημέρες από την καφεΐνη και στη συνέχεια τους δοθήκαν 642 mg καφεΐνης/ ημέρα, παρουσιάστηκε μια αύξηση στον 24-ωρο όγκο ούρων κατά 753 ml ($p < 0.001$) και της νεφρικής απέκκρισης νατρίου κατά 80 mmol/ ημέρα, μια μείωση του σωματικού βάρους κατά 0,7 kg ($p < 0.001$) και μια μείωση στο συνολικό νερό σώματος με μέτρηση βιοηλεκτρικής εμπίεσης κατά 2,7% ($p < 0.001$). Αυτή η απώλεια του σωματικού βάρους αντικατοπτρίζει μια προσωρινή μείωση του ECF λόγω της αυξημένης απέκκρισης ούρων με την ίδια αναλογία νερού και νατρίου, και μπορεί να αντισταθμιστεί εύκολα με φυσιολογική ρύθμιση ^[10]. Διαθέσιμα δεδομένα υποδεικνύουν ότι δόσεις καφεΐνης μεγαλύτερες των 180 mg/ημέρα αυξάνουν την παραγωγή ούρων παροδικά, και αυτή η διουρητική δράση λαμβάνει χώρα σε σύντομο χρονικό διάστημα ^[13], δόσεις όμως μεγαλύτερες των 360 mg/ ημέρα, σε μελέτη, αύξησε σημαντικά τον όγκο ούρων μετά από 3 ώρες ^[10]. Επομένως, η τακτική και μέτρια κατανάλωση καφεΐνης δεν οδηγεί σε μείωση της κατάστασης ενυδάτωσης ^[10], αλλά σύμφωνα με το IOM ^[13] μέχρι να υπάρξουν πρόσθετα στοιχεία που θα υποστηρίξουν ελλείμματα συνολικού νερού σε άτομα με συνήθη πρόσληψη σημαντικών ποσοτήτων καφεΐνης, αναφέρεται ότι τα μη καφεϊνούχα ροφήματα συμβάλλουν εξίσου στην συνολική ημερήσια πρόσληψη νερού όσο και τα καφεϊνούχα ροφήματα ^[13,16].

Αλκοόλ

Διφορούμενες είναι και οι απόψεις για τη διουρητική επίδραση του αλκοόλ. Κατανάλωση αλκοόλ 1,2g/ kg σωματικού βάρους έδειξε αυξημένη διούρηση κατά τις τρεις πρώτες ώρες μετά την κατανάλωση αυτού. Όμως μια αντιδιουρητική δράση ξεκινά 6 ώρες μετά την κατάποσή του και μπορεί να διαρκέσει μέχρι και 12 ώρες μετά την κατανάλωση του. Αυτό το φαινόμενο οφείλεται πιθανόν στην καταστολή της αγγειοπιεσίνης (arginine vasopressin –AVP), ^[10,13,16] όπως συμβαίνει και με την καφεΐνη ^[10,13]. Σύμφωνα πάλι με το IOM, η επίδραση της πρόσληψης αιθανόλης στην αύξηση της αποβολής του νερού είναι παροδική και δε θα οδηγήσει σε σημαντικές απώλειες υγρών κατά τη διάρκεια μιας 24ωρης περιόδου ^[10,13,16].

Πρόσληψη νατρίου

Η πρόσληψη νατρίου έχει τη δυνατότητα να επηρεάζει την πρόσληψη νερού και τον όγκο ούρων. Σύμφωνα με τη μελέτη INTERSALT που πραγματοποιήθηκε σε 1731 υπερτασικούς και σε 8343 μη υπερτασικούς, μετρώντας ούρα 24ωρου για να εκτιμηθεί τόσο η απέκκριση νατρίου όσο και ο όγκος των ούρων, έδειξε ότι η πρόσληψη νατρίου είναι ένας σημαντικός παράγοντας

στον έλεγχο του όγκου ούρων, όχι μόνο των υπερτασικών ατόμων αλλά και αυτών με φυσιολογική πίεση ^[20]. Μετά από προσαρμογή για την ηλικία, το φύλο, τη φυλή, την αρτηριακή πίεση, την απέκκριση καλίου και κρεατινίνης ούρων υπολογίζεται ότι μια μείωση της πρόσληψης αλατιού κατά 100 mmol προβλέπει μείωση στον όγκο ούρων κατά 345 ml/ ημέρα. Ωστόσο, το πόσο μεγάλη είναι η επίδραση της διαιτητικής πρόσληψης νατρίου στην πρόσληψη νερού, σε σύγκριση με άλλους παράγοντες, παραμένει αβέβαιη ^[10].

Μακροθρεπτικά συστατικά

Η σύνθεση της δίαιτας , και ιδιαίτερα η ποσότητα της πρωτεΐνης και του νατρίου καθορίζουν την ποσότητα νερού που απαιτείται για την ουρική απέκκριση των διαλυμένων ουσιών. Η νεφρική απέκκριση 1 γραμμαρίου αζώτου ουρίας (2.2 γραμμάρια ουρίας) απαιτεί 40 -60 ml νερού ^[13]. Ωστόσο, σε μια διατροφή 8 ανδρών με σταθερή πρόσληψη ενέργειας (θερμίδων) , νατρίου, και ελεύθερη πρόσβαση στο νερό, η πρόσληψη πρωτεΐνης αυξήθηκε από 80 στα 180 γραμμάρια την ημέρα, όμως δεν είχε ως αποτέλεσμα αλλαγές στην πρόσληψη ύδατος ή στον όγκο ούρων. Αν και τόσο η απέκκριση της ουρίας όσο και της διαλυμένης ουσίας αυξήθηκαν σε αναλογία με την πρόσληψη πρωτεΐνης ^[10].

Η πρόσληψη υδατανθράκων από την άλλη, μπορεί να μειώσει την απαίτηση νερού εμποδίζοντας το σχηματισμό των κετονών που θα έπρεπε να αποβληθούν ^[10]. Σύμφωνα με το IOM 100 γραμμάρια υδατανθράκων την ημέρα χρειάζονται για να αποφευχθεί η κέτωση ^[13,21].

Αύξηση της πρόσληψης διαιτητικών ινών οδηγεί σε αυξημένη απώλεια νερού κοπράνων. Μια αύξηση των 5,1 γραμμαρίων διαιτητικών ινών την ημέρα για 12 εβδομάδες έχει αναφερθεί να διπλασιάζει σχεδόν την απώλεια νερού κοπράνων ^[10,13].

1.7 Πηγές πρόσληψης νερού

Νερό καταναλώνεται από διαφορετικές πηγές, οι οποίες περιλαμβάνουν το πόσιμο νερό (βρύσης και εμφιαλωμένο), τα ποτά (αλκοολούχα και μη), την περιεκτικότητα σε υγρασία των τροφίμων, καθώς και το νερό που παράγεται από τις οξειδωτικές διεργασίες στο σώμα. Η πρόσληψη νερού από τα τρόφιμα και τα ποτά ορίζεται ως *συνολική πρόσληψη νερού*, ενώ το άθροισμα της συνολικής πρόσληψης νερού και οξείδωσης αποτελεί το *συνολικά διαθέσιμο νερό* ^[10].

Το νερό που παράγεται από τις οξειδωτικές διεργασίες στο σώμα, δηλαδή το *μεταβολικά παραγόμενο νερό*, σχηματίζεται από την οξείδωση των υποστρωμάτων που περιέχουν υδρογόνο κατά τη διάρκεια του μεταβολισμού ή των θρεπτικών ουσιών που αποδίδουν ενέργεια. Η οξείδωση των υδατανθράκων, των πρωτεϊνών και του λίπους παράγει αντίστοιχα μεταβολικό νερό περίπου 15, 10.5, 11.1 γραμμάρια/ 100 θερμίδες της ενέργειας που μεταβολίζεται. Ωστόσο, το μεταβολικά παραγόμενο νερό είναι ανάλογο με την ενεργειακή δαπάνη, με μια μικρή προσαρμογή για το υπόστρωμα που οξειδώνεται ^[13]. Η παραγωγή μεταβολικού νερού είναι κατά μέσο όρο 250 έως 350 ml την ημέρα περίπου για άτομα με καθιστική ζωή, ενώ για τα σωματικά δραστήρια άτομα μπορεί να αυξηθεί μέχρι και τα 500 έως 600 ml την ημέρα ^[13, 19].

Η πρόσληψη νερού είναι εξαιρετικά μεταβλητή μεταξύ των ανθρώπων, ακόμα και στον ίδιο άνθρωπο σε διαφορετικές ημέρες, ανάλογα με το κλίμα, τις συνήθειες και τη σωματική δραστηριότητα ^[8]. Σύμφωνα με τη μελέτη NHANES III, περίπου το 80% της συνολικής ημερήσιας πρόσληψης νερού, για τα παιδιά και τους ενήλικες, λαμβάνεται από τα ποτά και περίπου το 20% από το φαγητό. Και οι δύο πηγές νερού συμπεριλαμβάνονται στο συνολικό αποτέλεσμα, καθώς η βιοδιαθεσιμότητα του νερού είναι παρόμοια και στα ποτά και στο φαγητό ^[15]. Μια πιο πρόσφατη μελέτη μεταξύ ατόμων με καθημερινή υψηλή πρόσληψη υγρών (high drinkers-HD) και ατόμων με καθημερινή χαμηλή πρόσληψη υγρών (low drinkers –LD) έρχεται σε αντίθεση με υποθέσεις που χρησιμοποιούνται για Ευρωπαϊκές και Αμερικανικές συστάσεις για το 20% της πρόσληψης νερού από τα τρόφιμα. Τα αποτελέσματα επιβεβαιώνουν ότι τα άτομα τα οποία έχουν καθημερινή υψηλή πρόσληψη υγρών λαμβάνουν κατά μέσο όρο το 23% του συνολικού τους νερού από τα τρόφιμα, ενώ τα άτομα με καθημερινή χαμηλή πρόσληψη υγρών λαμβάνουν σχεδόν το 47% του συνολικού τους νερού από τα τρόφιμα ^[17].

Η περιεκτικότητα σε νερό είναι συνήθως κάτω του 40% σε προϊόντα αρτοποιίας, μεταξύ 40% και 70% σε ζεστά γεύματα, μεγαλύτερη του 80% σε φρούτα και λαχανικά και περίπου 90% στο ανθρώπινο και αγελαδινό γάλα. Δίαιτες πλούσιες σε λαχανικά και φρούτα παρέχουν σημαντικές ποσότητες της συνολικής πρόσληψης νερού ενώ π.χ. τα φαστ φουντ κατά κανόνα έχουν χαμηλή περιεκτικότητα σε νερό ^[10].

Παρακάτω παρατίθεται ένας πίνακας με την περιεκτικότητα σε νερό ορισμένων τροφίμων.

Πίνακας 4: Η περιεκτικότητα σε νερό συγκεκριμένων τροφίμων

Ποσοστό	Τρόφιμο
100%	Νερό
90-99%	Άπαχο γάλα, πεπόνι, φράουλες, καρπούζι, μαρούλι, λάχανο, σέλινο, σπανάκι, τουρσί, σκουός (μαγειρεμένο)
80-89%	Χυμός φρούτων, γιαούρτι, μήλα, σταφύλια, πορτοκάλια, καρότα, μπρόκολο (μαγειρεμένο), αχλάδια, ανανάς
70-79%	Μπανάνες, αβοκάντο, τυρί cottage, τυρί ricotta, πατάτα (ψημένη), καλαμπόκι (μαγειρεμένο), γαρίδες
60-69%	Ζυμαρικά, όσπρια, σολωμός, παγωτό, στήθος κοτόπουλο
50-59%	Βοδινό κρέας, λουκάνικο, τυρί φέτα, φιλέτο μπριζόλα (μαγειρεμένο)
40-49%	Πίτσα
30-39%	Τυρί cheddar, ψωμί bagel, ψωμί
20-29%	Λουκάνικο πεπερόνι, κέικ, μπισκότα
10-19%	Βούτυρο, μαργαρίνη, σταφίδες
1-9%	Καρύδια, φιστίκια (ψημένα), μπισκότα σοκολάτας, κράκερς, δημητριακά, κουλούρια, φιστικοβούτυρο, τортίγια
0%	Έλαια, σάκχαρα

Popkin et al (2010) ^[18]

1.8 Οδοί απώλειας νερού

Όπως προαναφέρθηκε η υδατική ισορροπία διατηρείται εφόσον το αποβαλλόμενο νερό ισούται με το προσλαμβανόμενο ^[2]. Νερό μπορεί να χαθεί από το σώμα μέσω τεσσάρων διαφορετικών οδών, δηλαδή μέσω νεφρικών, γαστρεντερικών, δερματικών και αναπνευστικών διαδρομών ^[8,9], καθώς και μέσω της έμμηνου ρύσης που αποτελεί μια πέμπτη δυνητική οδό απώλειας νερού στις γυναίκες ^[23].

Η απώλεια ύδατος μέσω της εξάτμισής του από την επιδερμίδα και τους υμένες των αναπνευστικών αεραγωγών ονομάζεται *άδηλος ή ανεπαίσθητη απώλεια νερού*, γιατί ένα άτομο δεν αντιλαμβάνεται αυτή τη συνεχή διεργασία ^[8,23].

Ο παρακάτω πίνακας ανασκοπεί το ισοζύγιο του συνολικού σωματικού ύδατος. Οι τιμές αυτές είναι μέσοι όροι που υπόκεινται σε σημαντική φυσιολογική διακύμανση.

Πίνακας 5: Ημερήσιο ισοζύγιο προσλαμβανόμενου και αποβαλλόμενου νερού σε μια ενήλικη γυναίκα βάρους 60 κιλών με καθιστική ζωή	
Αποβαλλόμενο νερό	
Ούρα	1.100 ml
Νερό κοπράνων	100 ml
Πνεύμονες (εκπνεόμενος αέρας)	200 ml
Δέρμα (άδηλος αναπνοή)	600 ml
Σύνολο	2000 ml
Προσλαμβανόμενο νερό	
Υγρά	1000 ml
Νερό τροφών	700 ml
Νερό μεταβολισμού	300 ml
Σύνολο	2000 ml

Vander (2001) ^[23]

Νεφρική απέκκριση νερού- ούρα

Τα ούρα είναι η βασική οδός απώλειας νερού από τον οργανισμό ^[23]. Η μεγαλύτερη ποσότητα απώλειας νερού από το σώμα εμφανίζεται στα ούρα και απεκκρίνεται από τα νεφρά. Υπάρχουν πολλαπλοί μηχανισμοί που ελέγχουν το ρυθμό απέκκρισης ούρων, οι οποίοι θα αναφερθούν πιο αναλυτικά στη συνέχεια. Για τη διατήρηση του ισοζυγίου νερού και ηλεκτρολυτών από το σώμα, τα νεφρά ελέγχουν τα ποσοστά απέκκρισης αυτών των ουσιών. Για παράδειγμα, ο όγκος των ούρων μπορεί να φτάσει τα 0,5 λίτρα/ ημέρα σε ένα αφυδατωμένο άτομο ^[8], και μπορεί να φτάσει τα 20 λίτρα/ ημέρα σε ένα άτομο το οποίο έχει καταναλώσει μεγάλες ποσότητες νερού ^[8,10]. Ο μέσος όγκος ούρων στους ενήλικες είναι 1 με 2 λίτρα ανά ημέρα ^[10]. Υγιή άτομα μεγαλύτερης ηλικίας δεν μπορούν να συγκεντρώσουν ούρα όπως τα νεαρά άτομα ^[13]. Αυτό συμβαίνει, γιατί η συγκεντρωτική ικανότητα των νεφρών μειώνεται με την ηλικία κατά 3.4 mOsm/ λίτρο ούρων το χρόνο μετά την ηλικία των 20 ετών, πράγμα που σημαίνει ότι η ελάχιστη παραγωγή ούρων αυξάνει, ανεξάρτητα από τη διατροφή ^[10,13,24]. Η σωματική δραστηριότητα και

η θέρμανση θα μειώσουν την παραγωγή των ούρων κατά 20 με 60%, ενώ το κρύο και η υποξία την αυξάνουν ^[10,13].

Γαστρεντερικές απώλειες νερού

Όταν αναφερόμαστε σε γαστρεντερικές απώλειες νερού, εννοούμε απώλειες νερού μέσω των κοπράνων. Οι απώλειες νερού μέσω των κοπράνων, σε φυσιολογικές συνθήκες, είναι αρκετά μικρές, δηλαδή σε ποσότητα 100 ml ^[8,9,10] με 200 ml ανά ημέρα σε ενήλικες ^[10,13]. Τα περισσότερα από τα υγρά που καταναλώνουμε εισέρχονται στο λεπτό έντερο και απορροφώνται εκεί, και τα υπόλοιπα απορροφώνται στο παχύ έντερο ^[9]. Σε υγιή βρέφη, οι απώλειες νερού των κοπράνων θεωρούνται ότι είναι 10 ml/κιλό σωματικού βάρους την ημέρα. Σε διάρροια αυτό μπορεί να αυξηθεί κατά 5 έως 8 φορές ^[10]. Για αυτό το λόγο η διάρροια μπορεί να είναι απειλητική για τη ζωή εάν δε διορθωθεί μέσα σε λίγες ημέρες ^[8]. Αυξημένη γαστρεντερική απώλεια νερού έχουμε και σε περιπτώσεις εμέτου και άλλων γαστρεντερικών παθολογικών καταστάσεων και μπορεί να προκληθεί σοβαρή αφυδάτωση ^[9].

Δερματικές απώλειες νερού

Όπως προαναφέρθηκε, η δερματική απώλεια νερού, δηλαδή η άδηλος αναπνοή του δέρματος είναι μια μη ορατή και ανεπαίσθητη διαδικασία ^[2,23]. Μπορεί να υπάρξει επιπρόσθετη εξάτμιση ύδατος από την επιδερμίδα με την παραγωγή και εμφάνιση ιδρώτα ^[13,23]. Για το μέσο ενήλικα, η ανεπαίσθητη διάχυση νερού είναι 450 ml/ ημέρα περίπου. Ωστόσο, υπάρχει σημαντική μεταβλητότητα για τις ημερήσιες απώλειες ιδρώτα μεταξύ των ανθρώπων ^[10,13].

Οι απώλειες νερού μέσω της άδηλου αναπνοής και της εφίδρωσης μπορούν να αυξηθούν σημαντικά στην άσκηση ή σε θερμό περιβάλλον ^[2]. Για παράδειγμα, μπορεί να παραχθεί ιδρώτας μεταξύ 1500-2000 ml/ ώρα κατά τη διάρκεια έντονης άσκησης σε θερμό περιβάλλον, ενώ υπάρχουν και άτομα που φθάνουν μέχρι και τα 3700 ml ιδρώτα/ ώρα. Ακόμη, αύξηση απώλειας κατά τον ίδιο τρόπο έχουμε και σε πυρετό, σε έγκαιμα και σε αυξημένο μεταβολισμό ^[9]. Άλλοι περιβαλλοντικοί παράγοντες που μπορούν να τροποποιήσουν τις απώλειες ιδρώτα, εκτός από τη θερμοκρασία περιβάλλοντος, είναι ο ρουχισμός, η υγρασία, η κίνηση του αέρα και το ηλιακό φορτίο ^[13].

Η δερματική απώλεια νερού μέσω του ιδρώτα διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στη ρύθμιση θερμοκρασίας σώματος. Για κάθε λίτρο ιδρώτα που εξατμίζεται από τον άνθρωπο, 580 θερμίδες της θερμότητας διαχέονται στο περιβάλλον ^[9].

Αναπνευστικές απώλειες νερού

Η ανεπαίσθητη απώλεια νερού μέσω της αναπνευστικής οδού είναι περίπου 300 έως 400 ml/ ημέρα. Σε μια τυπική μέρα με χαμηλή έως και μέτρια φυσική δραστηριότητα μπορεί να μην υπερβεί τα 200 ml/ ημέρα. Καθώς ο αέρας εισέρχεται στο αναπνευστικό σύστημα, διαβρέχεται με υγρασία, σε μια πίεση ατμών περίπου 47 mm Hg, πριν αποβληθεί. Επειδή η πίεση ατμού του εισπνεόμενου αέρα είναι λιγότερο από 47mm Hg, νερό χάνεται συνεχώς μέσω των πνευμόνων με την αναπνοή ^[8]. Η μέση ημερήσια αναπνευστική απώλεια νερού σε άτομα με καθιστική ζωή είναι 250 έως 350 ml/ ημέρα και περίπου ίση με την παραγωγή μεταβολικού νερού. Μπορεί να αυξηθεί σε 500 με 600 ml/ ημέρα σε ενεργά άτομα στο επίπεδο της θάλασσας, και περαιτέρω κατά 200 ml/ ημέρα σε μεγάλα υψόμετρα (> 4,300 μέτρα), ιδίως όταν η θερμοκρασία και η υγρασία είναι χαμηλή ^[9,10, 25].

Η αναπνευστική απώλεια νερού εξαρτάται από τον αναπνευστικό όγκο και τη διαβάθμιση της πίεσης νερού, οι οποίες εξαρτώνται από τη φυσική δραστηριότητα, το περιεχόμενο του αίματος σε οξυγόνο και διοξείδιο του άνθρακα, τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος, την υγρασία και το υψόμετρο. Πιο συγκεκριμένα, η άσκηση, ο υπεραερισμός και η χαμηλή σχετική υγρασία περιβάλλοντος προκαλούν μεγαλύτερη αναπνευστική απώλεια νερού. Σε κρύο καιρό, η ατμοσφαιρική πίεση μειώνεται κοντά στο μηδέν, προκαλώντας μια ακόμη μεγαλύτερη απώλεια νερού από τους πνεύμονες καθώς μειώνεται η θερμοκρασία. Αυτό εξηγεί την αίσθηση ξηρότητας στις αναπνευστικές οδούς στο κρύο ^[9,10].

Ο παρακάτω πίνακας εκτιμά τις ελάχιστες απώλειες και παραγωγή νερού (σε ml/ ημέρα) σε υγιείς ενήλικες με καθιστική ζωή, θεωρώντας συνθήκες υπό τις οποίες υπάρχει ελάχιστη απώλεια νερού από θερμορυθμιστική εφίδρωση ^[13].

Πίνακας 6: Εκτίμηση της ελάχιστης καθημερινής απώλειας και παραγωγής νερού ^a

Αναφορά	Πηγή	Απώλεια (ml/L)	Παραγωγή (ml/L)
Hoyt and Honig, 1996	Αναπνευστική απώλεια	-250 έως -350	
Adolph, 1947	Απώλεια ούρων	-500 έως -1000	
Newburgh et al., 1930	Απώλεια κοπράνων	-100 έως -200	
Kuno, 1956	Άδηλη απώλεια	-450 έως -1900	
Hoyt and Honig, 1996	Μεταβολική παραγωγή		+250 έως +350
	συνολική	-1300 έως -3450	+250 έως +350
	Καθαρή απώλεια (καθιστική ζωή)	-1050 έως -3100	

^a Θεωρώντας συνθήκες στις οποίες υπάρχει ελάχιστη απώλεια νερού λόγω εφίδρωσης.

IOM (2004) ^[13]

Sawka et al (2005) ^[15]

1.9 Νεφρική ρύθμιση ύδατος

Οι περισσότεροι άνθρωποι είναι εξοικειωμένοι με μία σημαντική λειτουργία των νεφρών, την απομάκρυνση δηλαδή των άχρηστων προϊόντων που είτε καταναλώνονται είτε παράγονται από το μεταβολισμό. Μια δεύτερη λειτουργία των νεφρών που είναι ιδιαίτερα σημαντική είναι ο έλεγχος του όγκου και της σύνθεσης των υγρών του σώματος ^[23].

Το νερό του σώματος διατηρείται σε φυσιολογικά επίπεδα μέσω της λειτουργίας των νεφρών. Διατηρείται δηλαδή η ισορροπία μεταξύ της πρόσληψης (λόγω κατάποσης ή μεταβολικής παραγωγής) και απομάκρυνσης (λόγω απέκκρισης ή μεταβολικής κατανάλωσης) τόσο του νερού όσο και των ηλεκτρολυτών. Τα φυσιολογικά επίπεδα νερού στον οργανισμό συνιστούν τη *νορμοϋδάτωση*. Απώλεια νερού οδηγεί στην *υποϋδάτωση*, ενώ η κατακράτηση νερού στους ιστούς πάνω από τα φυσιολογικά επίπεδα καλείται *υπερϋδάτωση* ^[2,23].

Οι νεφροί ζυγίζουν λιγότερο από 0,5% του συνολικού βάρους σώματος, αλλά η ροή του αίματός τους σε κατάσταση ηρεμίας είναι περίπου 25% της καρδιακής παροχής. Αν και οι νεφροί φιλτράρουν πάνω από 150 λίτρα υγρών σε καθημερινή βάση, λιγότερο από 1% αυτών των υγρών εκκρίνεται από τα ούρα ^[9].

Οι νεφρικές λειτουργίες είναι οι εξής:

- Απομάκρυνση των μεταβολικών παραπροϊόντων και ξένων χημικών ουσιών και απέκκρισή τους στα ούρα
- Ρύθμιση του ισοζυγίου ύδατος και των ανόργανων ιόντων
- Ρύθμιση της ωσμωτικότητας των υγρών του σώματος και της συγκέντρωσης των ηλεκτρολυτών
- Ρύθμιση της αρτηριακής πίεσης
- Ρύθμιση της οξeo-βασικής ισορροπίας
- Γλυκονεογένεση
- Έκκριση ορμονών (ερυθροποιητίνη, ρενίνη, 1,25-διυδροξυβιταμίνη D₃)^[8,23].

Θα αναφερθούμε διεξοδικά μόνο στη λειτουργία των νεφρών για τη ρύθμιση του ισοζυγίου ύδατος.

Οι βασικές νεφρικές διεργασίες είναι η σπειραματική διήθηση, η σωληναριακή επαναρρόφηση και η σωληναριακή έκκριση. Η διήθηση υγρού, από τα σπειραματικά τριχοειδή στην κάψα του Bowman καλείται σπειραματική διήθηση. Το υγρό αυτό είναι ακύτταρο και περιέχει όλες τις ουσίες του πλάσματος, εκτός από πρωτεΐνες και ονομάζεται υπερδιήθημα. Το υπερδιήθημα λοιπόν, καθώς κινείται στα νεφρικά σωληνάκια μπορεί να ακολουθήσει δύο οδούς, είτε θα υποστεί σωληναριακή επαναρρόφηση (μετακίνηση από το σωληναριακό αυλό προς το πλάσμα των περισωληναριακών τριχοειδών), είτε σωληναριακή έκκριση (κίνηση προς την αντίθετη κατεύθυνση από το πρώτο). Μια ουσία δηλαδή μπορεί να εισέλθει σε ένα σωληνάριο και να απεκκριθεί στα ούρα μέσω της σπειραματικής διήθησης ή της σωληναριακής επαναρρόφησης. Από τη στιγμή όμως που βρίσκεται στα σωληνάκια δε σημαίνει ότι θα απεκκριθεί στα σίγουρα, καθώς μπορεί και να επανναροφηθεί^[23].

1.9.1 Παραγωγή ούρων

Τα απεκκρινόμενα ούρα κάθε φορά μπορούν να είναι διαφορετικής ωσμωτικότητας. Τα νέα βρέφη έχουν μια μικρότερη συγκεντρωτική και αραιωτική ικανότητα σε σχέση με τα μεγαλύτερα βρέφη, τα παιδιά και τους νεαρούς ενήλικες, λόγω ανώριμης δομής και νεφρικής λειτουργικότητας ^[24]. Η μέγιστη ωσμωτικότητα των ούρων στους ενήλικες έχει καθοριστεί να είναι 1.400 mOsm/kg, ενώ τα νεογνέννητα και ιδιαίτερα τα πρόωρα βρέφη μπορούν να συγκεντρώσουν 700 mOsm/kg μόνο. Η ελάχιστη ωσμωτικότητα των ούρων είναι 50 mOsm/kg, που σημαίνει ότι υπάρχουν όρια τόσο για τη συγκεντρωτική ικανότητα των νεφρών όσο και για την αραιωτική ικανότητά τους. Οι ηλικιωμένοι άνδρες και γυναίκες (μέσος όρος ηλικίας 79 χρονών) έχουν χαμηλότερο μέγιστο ωσμωτικότητας ούρων, 800 mOsm/kg και 830 mOsm/kg αντίστοιχα, σε σχέση με νέους άντρες (μέσο όρος ηλικίας 24 ετών) που είναι 1.089 mOsm/kg ^[13]. Όπως προαναφέρθηκε, Η συγκεντρωτική ικανότητα των νεφρών μειώνεται με την ηλικία κατά 3.4 mOsm/ kg ούρων το χρόνο μετά την ηλικία των 20 ετών ^[10,13,24].

Ο ελάχιστος ή υποχρεωτικός όγκος ούρων εξαρτάται από την περιεκτικότητα της διαίτας σε μακροθρεπτικά συστατικά και αλάτι ^[10,13]. Ωστόσο, για άτομα που καταναλώνουν μια μέση διαίτα της Βόρειας Αμερικής, μερικά από τα αποτελέσματα αυτά μπορεί να μην είναι ευδιάκριτα. Στις δίαιτες δυτικού τύπου για να διατηρηθεί μια ισορροπία θα πρέπει να αποβάλλονται κατά μέσο όρο 650 mOsm/kg ηλεκτρολυτών και άλλων διαλυμένων ουσιών (ουρία, θείο, φώσφορος και παραπροϊόντα). Είναι απαραίτητα τουλάχιστον 500 ml νερό για μια ωσμωτικότητα ούρων της τάξης των 1.200 mOsm/kg. Η ελάχιστη απώλεια του όγκου ούρων όμως μπορεί να μειώνεται εάν δεν προσλαμβάνεται τροφή και αν δεν υπάρχει πρόσβαση σε νερό ^[10,13,23].

Η ασθένεια *άποιος διαβήτης* έχει ως αποτέλεσμα η διαπερατότητα των αθροιστικών πόρων σε νερό να είναι μικρή και παραμένει αμετάβλητη άσχετα με την κατάσταση στην οποία βρίσκονται τα υγρά του σώματος. Έτσι, παρουσιάζεται μια σταθερή διούρηση ύδατος της τάξης των 25 λίτρων την ημέρα ^[23].

Σε μια άλλη περίπτωση διούρησης, την *ωσμωτική διούρηση*, ο αυξημένος όγκος ροής ούρων έχει ως αποτέλεσμα μια αυξημένη έκκριση διαλυμένων ουσιών. Σε μη παθολογικές καταστάσεις ο ρυθμός επαναρρόφησης της γλυκόζης είναι πολύ υψηλός με αποτέλεσμα να μην εμφανίζεται στα ούρα. Στα άτομα όμως με σακχαρώδη διαβήτη σοβαρής μορφής, η γλυκόζη που δεν

επαναρροφάται λόγω του τεράστιου διηθημένου φορτίου, κατακρατεί νερό στον αυλό, προκαλώντας έτσι την απέκκρισή του, συνοδεύοντας εκείνη της γλυκόζης ^[23].

Ωσμωτική διούρηση μπορεί επίσης να συμβεί και με μικρές μεταβολές της αρτηριακής πίεσης, όπως με μικρή αύξησή της ^[8].

1.9.2 Αγγειοπρεσίνη ή Αντιδιουρητική ορμόνη

Η αντιδιουρητική ορμόνη (ADH- antidiuretic hormone) ή αλλιώς αγγειοπρεσίνη (AVP- arginine vasopressin) είναι μια πεπτιδική ορμόνη η οποία εκκρίνεται από τον οπίσθιο λοβό της υπόφυσης και συμβάλλει στον έλεγχο της διαπερατότητας και της επαναρροφητικότητας των αθροιστικών πόρων σε ύδωρ ^[23].

Ο πρώτος όρος χρησιμοποιούνταν σε παλιότερες μελέτες, ενώ ο δεύτερος ανακαλύφθηκε αργότερα και χρησιμοποιείται πλέον στις σύγχρονες μελέτες, και σε αυτόν θα αναφερόμαστε στη συνέχεια. Πιο συγκεκριμένα λοιπόν, η αγγειοπρεσίνη, είναι ένα πεπτίδιο εννέα αμινοξέων, που συντίθεται σε ειδικευμένα (μεγαλοκυτταρικά) νευρικά κύτταρα που βρίσκονται σε δύο διακριτές περιοχές του υποθαλάμου και στη συνέχεια διασπάται ενζυμικά από την προορμόνη της και μεταφέρεται στην οπίσθια υπόφυση όπου αποθηκεύεται μέχρι συγκεκριμένα ερεθίσματα να προκαλέσουν την έκκρισή της στην κυκλοφορία του αίματος ^[22]. Η αγγειοπρεσίνη διεγείρει την εμφάνιση υδατοπορινών (διαύλων ύδατος) στις κορυφαίες μεμβράνες των νεφρικών σωληναρίων και συνεπώς η εμφάνιση υψηλής συγκέντρωσης αγγειοπρεσίνης στο πλάσμα επιφέρει πολύ μεγάλη διαπερατότητα ύδατος στους αθροιστικούς πόρους ^[13,23].

Ωσμωτικά ερεθίσματα ρυθμίζουν την έκκριση της αγγειοπρεσίνης και υπάρχουν πολλοί παράγοντες που τα μεταβάλλουν. Ένα ωσμωτικό ερέθισμα είναι η ωσμωτικότητα του πλάσματος. Έχει καθοριστεί ένα σταθερό σημείο ωσμωτικότητας πλάσματος την τάξης των 280 -290 mosm/L, το οποίο αυξάνει με τη γήρανση και με τη στέρηση νερού ^[13].

Οι ωσμωαισθητήρες του υποθαλάμου ελέγχουν την έκκριση της αγγειοπρεσίνης και είναι ευαίσθητοι σε μεταβολές της ωσμωτικότητας των σωματικών υγρών. Όταν η ωσμωτικότητα των σωματικών υγρών αυξάνεται, όπως στην περίπτωση στέρησης ύδατος, η έκκριση αγγειοπρεσίνης αυξάνεται αντανakλαστικά μέσω διέγερσης των ωσμωαισθητήρων, με αποτέλεσμα η διαπερατότητα των αθροιστικών πόρων να είναι μεγάλη, το νερό να επαναρροφάται και έτσι να απεκκρίνεται ένας πολύ μικρός όγκος συμπυκνωμένων ούρων ^[23].

Σε αντίθετη περίπτωση, όπου η ωσμωτικότητα πλάσματος μειώνεται, μειώνεται και η έκκριση της αγγειοπρεσίνης και όλος ο παραπάνω μηχανισμός δρα αντίθετα με τελικό αποτέλεσμα την απέκκριση μιας μεγάλης ποσότητας υποωσμωτικών υγρών ^[23].

Αυτός ο μηχανισμός συμβάλλει διατήρηση της ομοιόστασης της ωσμωτικότητας των σωματικών υγρών ^[23].

Έχει αναφερθεί ότι μια μείωση του όγκου του εξωκυττάριου υγρού, όπως σε περίπτωση διάρροιας ή αιμορραγίας, πυροδοτεί την αύξηση της έκκρισης της αγγειοπρεσίνης με στόχο τη σταθεροποίηση των υγρών του εξωκυττάριου χώρου. Αντίθετα, αύξηση της καρδιαγγειακής πίεσης συμβάλλει στην μείωση της έκκρισης της αγγειοπρεσίνης, λόγω διέγερσης των τασεοαισθητήρων του καρδιαγγειακού συστήματος μεταφέροντας περισσότερες ώσεις προς τον υποθάλαμο ^[23].

Επίσης, οι γενετικοί παράγοντες, η φάση του εμμηνορρυσιακού κύκλου, τα ναρκωτικά, η νικοτίνη, και ορισμένα φάρμακα, όπως το λίθιο, η ναυτία, η κατανάλωση οινοπνεύματος, το σύνδρομο ανάρμοστης αντιδιούρησης, η εγκυμοσύνη συμβάλλουν στην μείωση ή αύξηση της αγγειοπρεσίνης στο αίμα ^[13,15,22,26,32].

1.9.3 Σύστημα ρενίνης- αγγειοτενσίνης-αλδοστερόνης

Για τη μακροχρόνια ρύθμιση της απέκκρισης του νατρίου, ο έλεγχος της επαναρρόφησης του είναι πολύ σημαντικός. Η ορμόνη αλδοστερόνη είναι ο κύριος παράγοντας που καθορίζει την διαδικασία αυτή . Επίσης, η ορμόνη αυτή ρυθμίζει εμμέσως την επαναρρόφηση του νερού και του καλίου ^[8,23].

Η αλδοστερόνη είναι μια στεροειδής ορμόνη που παράγεται από τον φλοιό των επινεφριδίων και ερεθίζει την επαναρρόφηση νατρίου από τους φλοιώδεις αθροιστικούς πόρους. Το μεγαλύτερο μέρος του διηθημένου νατρίου όμως έχει επαναρροφηθεί μέχρι τη στιγμή που το ενδοσωληναριακό υγρό φθάνει στο σημείο των αθροιστικών πόρων ^[23]. Όταν η αλδοστερόνη είναι απύσχα εντελώς, όπως συμβαίνει σε καταστροφή ή δυσλειτουργία του φλοιού των επινεφριδίων (νόσος του Addison), περίπου 2% από το διηθημένο νάτριο (35 mg NaCl ημερησίως) δεν απορροφάται αλλά απεκκρίνεται. Αντιθέτως, όταν η συγκέντρωση αλδοστερόνης στο πλάσμα είναι υψηλή, όπως σε περίπτωση όγκου των επινεφριδίων (νόσος

Conn), τότε ουσιαστικά όλο το νάτριο που φθάνει στους αθροιστικούς πόρους επαναρροφάται με αποτέλεσμα την κατακράτηση του νατρίου ^[8,23]. Σε ένα φυσιολογικό άτομο λοιπόν, η συγκέντρωση αλδοστερόνης στο πλάσμα και η ποσότητα απεκκρινόμενου νατρίου κινείται μεταξύ των δύο ακραίων αυτών περιπτώσεων ^[23].

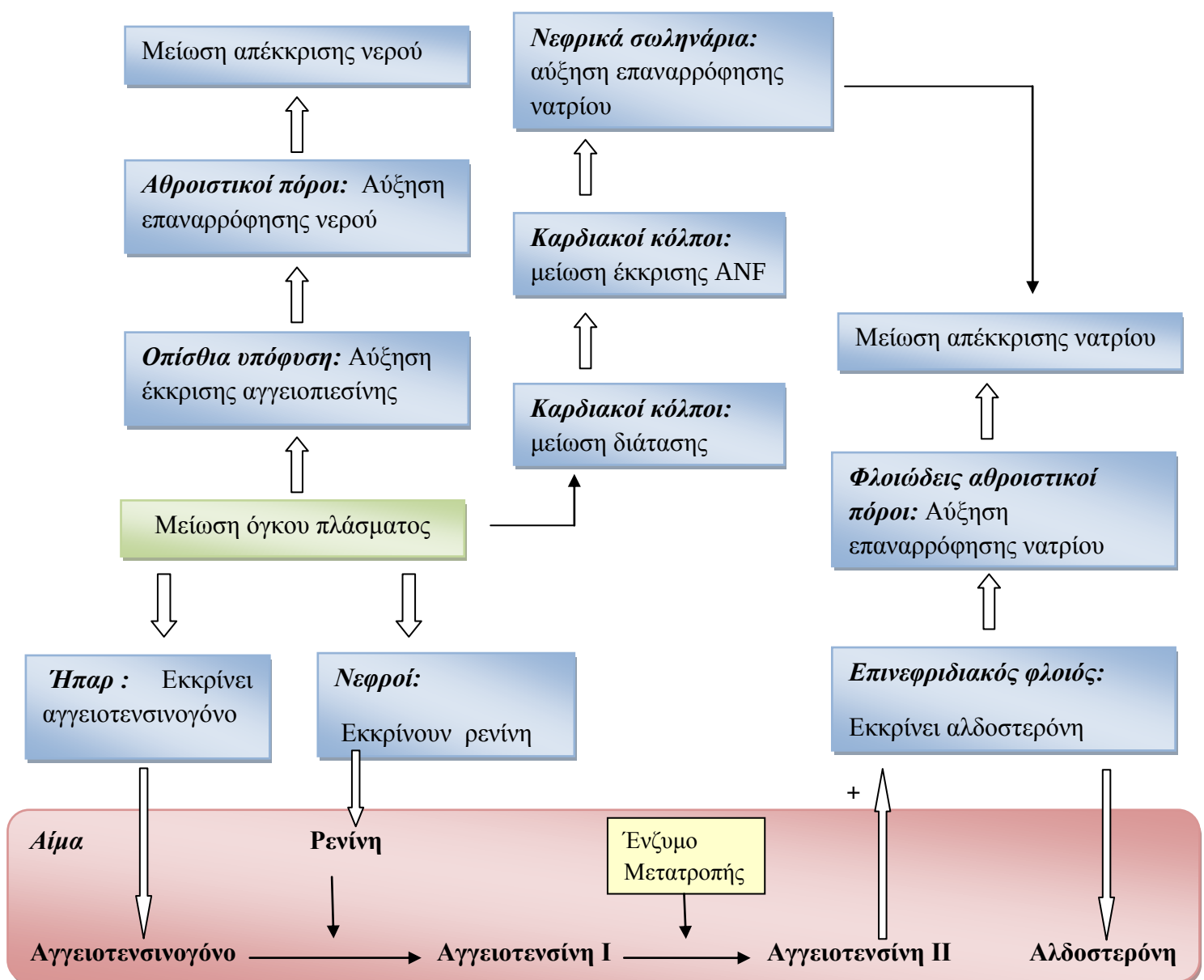
Επιπλέον, στους αθροιστικούς πόρους η αλδοστερόνη επιφέρει τη σύνθεση πρωτεϊνών εκείνων οι οποίες θα λειτουργήσουν ως διάλυτοι νατρίου, και αποτελούν τις αντλίες Na,K-ATPάσης. Όταν η διατροφή ενός ατόμου είναι πλούσια σε νάτριο, η έκκριση της αλδοστερόνης είναι μικρή, ενώ όταν η διατροφή είναι χαμηλής περιεκτικότητας σε νάτριο τότε η έκκριση της αλδοστερόνης είναι αυξημένη για λόγους που εξηγήθηκαν παραπάνω.

Η *αγγειοτενσίνη II* είναι συστατικό του ορμονικού συμπλέγματος που ονομάζεται *σύστημα ρενίνης- αγγειοτενσίνης*. Η ρενίνη είναι ένα ένζυμο το οποίο εκκρίνεται από τα παρασπειραματικά κύτταρα των νεφρών. Μόλις κυκλοφορήσει στο αίμα διασπά ένα μικρό πολυπεπτίδιο την αγγειοτενσίνη I από το αγγειοτενσινογόνο, ένα μεγάλο πρωτεϊνικό σύμπλεγμα του πλάσματος, που παράγεται από το ήπαρ. Η αγγειοτενσίνη I στη συνέχεια υφίσταται περαιτέρω διάσπαση από τον ένζυμο μετατροπής της αγγειοτενσίνης και μετατρέπεται σε αγγειοτενσίνη II. Η τελευταία έχει πολλές σπουδαίες επιδράσεις, όπως η διέγερση της έκκρισης της αλδοστερόνης και η συστολή των αρτηριδίων. Η αγγειοτενσίνη II του πλάσματος είναι υψηλή όταν το σωματικό νάτριο είναι εξαντλημένο, και είναι χαμηλή όταν το άτομο έχει επαναπληρώσει το σωματικό του νάτριο. Όλες αυτές οι αλλαγές επιφέρουν και μεταβολές στην έκκριση της αλδοστερόνης ^[23].

Η *ρενίνη* είναι ο περιοριστικός παράγοντας παραγωγής αγγειοτενσίνης II στο πλάσμα, καθώς το αγγειοτενσινογόνο και το ένζυμο μετατροπής αγγειοτενσίνης υπό φυσιολογικές συνθήκες, βρίσκονται σε υψηλή και αμετάβλητη συγκέντρωση στο πλάσμα. Μεταβολές στην ωσμωτικότητα του πλάσματος έχουν ως αποτέλεσμα την ενεργοποίηση τασεοαισθητήρων των νεφρικών συμπαθητικών νεύρων, και ανιχνεύονται και από τους ενδονεφρικούς τασεοαισθητήρες και την πυκνή κηλίδα. Έτσι λοιπόν, με μείωση της ωσμωτικότητας του πλάσματος, αυξάνεται η έκκριση της ρενίνης, αυξάνεται η αγγειοτενσίνη II πλάσματος, αυξάνεται με τη σειρά της η έκκριση της αλδοστερόνης πλάσματος και αυξάνεται ο ρυθμός επαναρρόφησης νατρίου μειώνοντας το ρυθμό απέκκρισης νατρίου ^[23].

Ένας άλλος παράγοντας ο οποίος συμβάλλει στη ρύθμιση του ισοζυγίου του νατρίου είναι μια πεπτιδική ορμόνη, ο *κολπικός νατριουρητικός παράγοντας (ANF)*. Ο ANF συντίθεται και

εκκρίνεται στα κύτταρα των καρδιακών κόλπων, δρα κατευθείαν πάνω στα νεφρικά σωληνάρια και αναστέλλει την επαναρρόφηση νατρίου. Έκκριση του ANF προκαλείται όταν υπάρχει περίσσεια νατρίου στο σώμα μας, αλλά το ερέθισμα δεν είναι οι μεταβολές της ωσμωτικότητας του πλάσματος. Το ερέθισμα είναι η διάταση των κόλπων της καρδιάς, το οποίο προηγήθηκε από αύξηση του όγκου πλάσματος που συνεπακολουθεί με αύξηση του σωματικού νατρίου. Αντιθέτως, σε μείωση όγκου πλάσματος έχουμε αντίστοιχα μείωση έκκρισης ANF και αύξηση επαναρρόφησης νατρίου ^[23]. Η εικόνα 3 αναπαριστά την ανασκόπηση του συστήματος ρενίνης – αγγειοτενσίνης, της διέγερσης έκκρισης αλδοστερόνης από την αγγειοτενσίνη II, της διέγερση έκκρισης της αγγειοπιεσίνης, καθώς και του νατριουρητικού παράγοντα.



Εικόνα 3: Σύστημα ρενίνης -αγγειοτενσίνης- αλδοστερόνης, αγγειοπιεσίνης και νατριουρητικού παράγοντα.

1.10 Αφυδάτωση

Αφυδάτωση είναι η μείωση του συνολικού νερού σώματος μέσω των ούρων, του ιδρώτα, των κοπράνων και της αναπνοής ^[5,9] συνοδεύεται και από μείωση σωματικού βάρους κατά 3% και περισσότερο, καθώς και αύξηση της ωσμωτικότητας του πλάσματος τουλάχιστον 5% ^[28]. Η αφυδάτωση μπορεί να είναι οξεία, σε μια περίοδο έντονης άσκησης, ή χρόνια από μη επαρκή επανάκτηση των απωλειών ύδατος επί μια χρονική περίοδο. Ήπια αφυδάτωση ορίζεται η μείωση του σωματικού βάρους κατά 1-2%, οφειλόμενη σε απώλειες νερού ^[26,29]. Εάν η απώλεια νερού φθάσει το 10-15% της συνολικής μάζας σώματος, περίπου 20-30% του συνολικού νερού σώματος, ο θάνατος είναι το πιο πιθανό αποτέλεσμα ^[60].

Ανάλογα με την αναλογία του ρευστού προς την απώλεια ηλεκτρολύτη, η αφυδάτωση διακρίνεται σε ισοτονική, υπερτονική και υποτονική. Οι όροι αυτοί εξηγήθηκαν σε προηγούμενη ενότητα όσον αφορά τα διαλύματα, θα ξαναφερθούνε όμως τώρα πιο συγκεκριμένα για την αφυδάτωση. Ο παρακάτω πίνακας αναφέρει τις κατηγορίες της αφυδάτωσης, τα χαρακτηριστικά της καθεμίας, καθώς και τις πιθανές αιτίες πρόκλησης της κάθε κατηγορίας.

Πίνακας 7: Κατηγορίες της αφυδάτωσης		
Τύπος	Χαρακτηριστικά	Πιθανές αιτίες
Ισοτονική αφυδάτωση	▪ Ισοτονική απώλεια τόσο του νερού όσο και των διαλυμένων ουσιών από τον εξωκυττάριο χώρο ▪ Δεν υπάρχει ωσμωτική μετατόπιση ύδατος από τον εξωκυττάριο χώρο	▪ Γαστρεντερικές απώλειες νερού (εμετός, διάρροια, γαστρεντερική έξοδος στομίας) ▪ Ανεπαρκής πρόσληψη υγρών και άλατος
Υπερτονική αφυδάτωση	▪ Η απώλεια νερού υπερβαίνει την απώλεια άλατος ▪ Μετατόπιση νερού από το κύτταρο στον εξωκυττάριο χώρο (πλάσμα και διάμεσο υγρό)	▪ Ανεπαρκής πρόσληψη νερού ▪ Απώλεια ιδρώτα ▪ Ωσμωτική διούρηση (γλυκοζουρία) ▪ Διουρητική θεραπεία

(εάν η πρόσληψη νερού είναι ανεπαρκής)		
Υποτονική αφυδάτωση	▪ Η απώλεια άλατος είναι μεγαλύτερη από την απώλεια νερού ▪ Μετατόπιση νερού από τον εξωκυττάριο χώρο (πλάσμα και διάμεσο υγρό) στο κύτταρο	▪ Απώλεια ιδρώτα ή άλλων γαστρεντερικών απωλειών ▪ Αναπλήρωση νερού χωρίς αναπλήρωση άλατος ▪ Διουρητική θεραπεία (εάν η πρόσληψη νερού είναι υπερβολική)

EFSA (2010) ^[10],
Grandjean et al (2003) ^[25]

Η αφυδάτωση έχει μια πλειάδα αρνητικών συνεπειών για τον ανθρώπινο οργανισμό. Αφυδάτωση η οποία οδηγεί σε μείωση του σωματικού βάρους σε υγρά πάνω από 1%, οδηγεί σταδιακά σε μείωση της αθλητικής απόδοσης, της θερμορύθμισης (λόγω μείωσης ιδρώτα και ροής αίματος), της όρεξης, της γνωστικής λειτουργίας και της εγρήγορσης ^[9,10,25,29]. Επίσης, η αφυδάτωση συνδέεται με μια μείωση του όγκου πλάσματος που επιδρά αρνητικά στην καρδιακή λειτουργία ^[9]. Πιο συγκεκριμένα, η οξεία ήπια αφυδάτωση, δηλαδή μείωση 4% του σωματικού βάρους σε υγρά, καθώς μειώνεται όγκος πλάσματος και συνεπώς ο εγκεφαλικός όγκος, έχει ως αποτέλεσμα αύξηση του όγκου παλμού με ταυτόχρονη αύξηση του ρυθμού της καρδιάς, έτσι ώστε να μπορέσει να διατηρηθεί η καρδιακή παροχή ^[1,9]. Ακόλουθα προβλήματα από μια τέτοια μείωση του σωματικού βάρους είναι οι δυσκολίες στη συγκέντρωση, οι πονοκέφαλοι, η ευερεθιστότητα και η υπνηλία, η αύξηση στη θερμοκρασία του σώματος και στον αναπνευστικό ρυθμό. Όταν οι απώλειες νερού συνεχιστούν και υπερβούν το 8% του σωματικού βάρους μπορεί να προκύψει θάνατος ^[10,25]. Τέλος, η αφυδάτωση τόσο σε κατάσταση ηρεμίας όσο και σε ήπια ή έντονη σωματική δραστηριότητα, αυξάνει τον κίνδυνο για ανάπτυξη τραυματισμών θερμότητας, λόγω αύξησης θερμοκρασίας του σώματος ^[9].

Αφυδάτωση της μητέρας ή ολιγοϋδράμνιο (μη επαρκές αμνιακό υγρό γύρω από το έμβρυο) μπορεί να ευνοήσει την ενδομήτρια καθυστέρηση της ανάπτυξης ^[30].

1.11 Ο μηχανισμός της δίψας

Η ομοιόσταση των υγρών του σώματος ελέγχεται από πολύπλοκους μηχανισμούς που αναφέρθηκαν παραπάνω, ενώ ένας βασικός μηχανισμός που διεγείρει την πρόσληψη των υγρών για να αναπληρωθούν οι σωματικές απώλειες είναι η δίψα ^[10,25]. Ο μηχανισμός της δίψας είναι αντιληπτός όταν υπάρχει μείωση σωματικού βάρους κατά 1-2%, λόγω μείωσης του συνολικού νερού σώματος και αύξηση της τονικότητας των υγρών κατά 1-2% ^[5,10,29]. Η δίψα χαρακτηρίζεται από ξηρή, κολλώδη και παχιά αίσθηση του στόματος, της γλώσσας και του φάρυγγα, τα οποία εξαφανίζονται γρήγορα εφόσον καταναλωθεί επαρκής ποσότητα υγρών ^[58]. Επίσης, η δίψα ενεργοποιείται τόσο από μηχανισμούς αντίληψης, όπως η γεύση, το χρώμα και η θερμοκρασία των ποτών, όσο και από φυσιολογικούς μηχανισμούς όταν υπάρχει έλλειμμα νερού, όπως η αύξηση στην ωσμωτικότητα του πλάσματος του εξωκυττάριου χώρου, η μείωση του όγκου του πλάσματος, που αντιστοιχούν σε απώλεια βάρους σώματος πάνω από 3% ^[10].

Το πρόσθιο μέρος του υποθαλάμου και η προ-οπτική περιοχή είναι εξοπλισμένοι με ωσμωποδοχείς που σχετίζονται με την κατανάλωση υγρών ^[18]. Οι ωσμωποδοχείς αυτοί ανταποκρίνονται με ένα πολύ ευαίσθητο τρόπο στην ενδοκυτταρική αφυδάτωση η οποία είναι αποτέλεσμα της κίνησης των υγρών από το κύτταρο στον εξωκυττάριο χώρο, μέσω ωσμωτικών δυνάμεων. Υποδοχείς όγκου ανταποκρίνονται στην εξωκυττάρια αφυδάτωση που προκλήθηκε από απώλεια νερού από τον αγγειακό και το διάμεσο χώρο. Η ανταπόκριση στην αύξηση της ωσμωτικότητας οδηγεί σε απελευθέρωση της αγγειοπρεσίνης, η οποία με τη σειρά της οδηγεί στην αύξηση του αισθήματος της δίψας ^[10]. Πιο συγκεκριμένα, ενεργοποιείται η επιθυμία για κατανάλωση υγρών από ένα ωσμωτικό επίπεδο σημαντικά υψηλότερο από εκείνο που οδηγεί στην έκκριση της αγγειοπρεσίνης. Η τελευταία διεγείρεται με ωσμωτικότητα πλάσματος 280 mOsm/kg H₂O περίπου, ενώ η δίψα δεν γίνεται αντιληπτή μέχρι η ωσμωτικότητα πλάσματος να φθάσει περίπου τα 290 mOsm/kg H₂O ^[31].

Σε σχέση με τα παιδιά και τους ενήλικες, τα βρέφη έχουν δυσκολίες στο να εκφράζουν το αίσθημα της δίψας και το νερό είναι πολύ σημαντικός παράγων για την ανάπτυξή τους. Οι ηλικιωμένοι επίσης, βρίσκονται σε ιδιαίτερο κίνδυνο από υπερβολικά χαμηλή πρόσληψη νερού, λόγω της απώλειας της αίσθησης της δίψας και της όρεξης ^[10,34].

Η απάντηση στη δίψα είναι μειωμένη και σε συνθήκες φυσιολογικού στρες. Αυτή η έλλειψη δίψας οδηγεί σε ένα φαινόμενο που λέγεται «εκούσια αφυδάτωση» και ορίζεται ως η καθυστέρηση στην πλήρη επανυδάτωση μετά από απώλεια σωματικού νερού. Ακόμη, κάτω από

συνθήκες ακραίας θερμότητας ή υπερβολικής εφίδρωσης το αίσθημα της δίψας δεν μπορεί να συμβαδίσει με τις πραγματικές ανάγκες σε νερό ^[25].

Σε ορισμένες παθολογικές καταστάσεις όπως ο άποιος διαβήτης, το πιο σημαντικό σύμπτωμα είναι το αίσθημα της δίψας, το κίνητρο δηλαδή για αυξημένη πρόσληψη υγρών έτσι ώστε να αναπληρωθούν οι ουροποιητικές απώλειες. Η ρύθμισή της είναι φυσιολογική στην πλειονότητα των ασθενών ^[22,32]. Στο σακχαρώδη διαβήτη, η δίψα είναι επίσης ένα κοινό σύμπτωμα της μεταβολικής αντιρρόπησης, και αντιπροσωπεύει μια φυσιολογική απόκριση στη γλυκοζουρία. Στο σακχαρώδη διαβήτη τύπου 1, προσεκτικές μελέτες έχουν δείξει ότι τα χαρακτηριστικά της ωσμωρυθμιζόμενης δίψας και η απελευθέρωση της αγγειοπρεσίνης ότι είναι εντελώς φυσιολογικά. Το ίδιο ισχύει και για τα άτομα με σακχαρώδη διαβήτη τύπου II. Τέλος, το αίσθημα της δίψας μεταβάλλεται και από άλλες παθολογικές καταστάσεις όπως το σύνδρομο της ανάρμοστης αντιδιούρησης (SIADH), την πολυδιψία, την υποδιψία ^[32], και την κυστική ίνωση ^[10].

1.12 Τοξικότητα νερού

Στα περισσότερα θρεπτικά συστατικά εμφανίζεται τοξικότητα όταν η πρόσληψή τους υπερβαίνει το ανώτατο όριο πρόσληψης ^[1]. Όταν λέμε τοξικότητα νερού αναφερόμαστε στη δηλητηρίαση από υψηλή κατανάλωση νερού ^[10]. Για το νερό όμως ανώτατο όριο πρόσληψης δεν υπάρχει, θεωρώντας ότι τα νεφρά θα απεκκρίνουν την περίσσεια ποσότητα του νερού ^[1]. Οξεία τοξικότητα νερού έχει αναφερθεί λόγω της ταχείας κατανάλωσης μεγάλων ποσοτήτων υγρών, που υπερέβαινε κατά πολύ το μέγιστο ρυθμό απέκκρισης τους από τα νεφρά, δηλαδή κατανάλωση 0,7 – 1 λίτρο νερού/ ώρα ^[13].

Τα συμπτώματα της τοξικότητας νερού ξεκινάνε από πονοκεφάλους, διάρροια, ήπια ναυτία, κόπωση και περιστασιακά ζαλάδα και μπορεί να καταλήξουν και σε πιο σοβαρά ^[10]. Ένα ακόμη σύμπτωμα είναι η υπονατριαιμία η οποία μπορεί να είναι απειλητική για τη ζωή ^[10].

1.13 Υπονατριαιμία

Όπως γνωρίζουμε το νάτριο είναι ο κύριος εξωκυττάριος ηλεκτρολύτης που συμβάλλει στη διάδοση των νευρικών ώσεων, στη μυϊκή συστολή, στην οξεοβασική ισορροπία και στην ομοιόσταση του όγκου αίματος ^[2]. Μια πολύ σημαντική συνέπεια της δηλητηρίασης νερού είναι η υπονατριαιμία. Μολονότι αυτό το είδος της υπονατριαιμίας συνδέεται με μια διαταραχή της

αγγειοπιεσίνης ή ανικανότητα των νεφρών να αποβάλλουν το νερό ^[1,28] ορισμένοι ασθενείς αναφέρουν να πίνουν τόσο μεγάλο όγκο υγρών που υπερβαίνει την ικανότητα των νεφρών να αποβάλλουν νερό ^[1]. Σύμφωνα με το IOM υπονατριαιμία υφίσταται από νάτριο ορού < 135 mmol/L, αλλά τα συμπτώματα συνήθως είναι εμφανή σε νάτριο ορού < 130 mmol/L, ενώ σύμφωνα με το EFSA υπονατριαιμία υφίσταται σε νάτριο ορού <130 mmol/L. Οι επιδράσεις της εξαρτώνται τόσο από το ρυθμό μείωσης του νατρίου στον ορό (της ωσμωτικότητας), όσο και από την κίνηση του υγρού από τον εξωκυττάριο χώρο στο κύτταρο που προκύπτει ^[10,13]. Η ενδοκυτταρική αύξηση του όγκου μπορεί να οδηγήσει σε οίδημα του νευρικού συστήματος, σε πνευμονική συμφόρηση, καθώς και σε καταστροφή των μυϊκών κυττάρων. Η προσπάθεια αυτή να διατηρηθεί ο όγκος του κυττάρου σε υποωσμωτικές συνθήκες, έχει ως αποτέλεσμα την ταχεία εκροή των ηλεκτρολυτών και ωσμωλυτών, και συνοδεύεται από διούρηση νερού και νατριούρηση ^[10].

Οι κλινικές εκδηλώσεις της υπονατριαιμίας είναι σε μεγάλο βαθμό νευρολογικές. Υπάρχουν τα μη ειδικά συμπτώματα που συμπεριλαμβάνουν πονοκεφάλους και σύγχυση και υπάρχουν και πιο σοβαρές περιπτώσεις, όπως η μείωση των αισθήσεων, οι σπασμοί, οι κράμπες, ο έμετος, ο ίλιγγος, το κώμα και ο θάνατος ^[2,22]. Γενικά, σημαντικά συμπτώματα δεν εμφανίζονται μέχρι το νάτριο ορού να είναι < 125 mmol/L ^[22]. Η αύξηση του συνολικού νερού σώματος που απαιτείται για να μειωθεί το νάτριο ορού από 140 mmol/L σε 125 mmol/L, σε ένα άτομο 70 κιλών, είναι περίπου 5,1 λίτρα, ανάλογα βέβαια και με την ένταση της άσκησης και τη θερμική επιβάρυνση ^[13].

Εκτός βέβαια από τη σοβαρότητα της ωσμωτικότητας πολύ σημαντική είναι και η χρονική πορεία κατά την οποία η υπο-ωσμωτικότητα αναπτύσσεται. Η σταδιακή ανάπτυξη της σοβαρής υπο-ωσμωτικότητας επί αρκετές μέρες και εβδομάδες, συνδέεται με ήπια συμπτωματολογία, ενώ η ταχεία ανάπτυξή της προκαλεί νευρολογικά συμπτώματα ^[22]. Η ταχεία διόρθωση της χρόνιας υπονατριαιμίας (>10 mmol/L/ημέρα) μπορεί να επάγει κυτταρική αφυδάτωση και στη χειρότερη περίπτωση να οδηγήσει σε ωσμωτική απομυελίνωση του εγκεφάλου, μια νόσος που σχετίζεται με νευρολογική νοσηρότητα και θνησιμότητα ^[10,22].

Τοξικότητα νερού με συνοδευόμενη υπονατριαιμία παρατηρείται σε ψυχιατρικούς ασθενείς (περιστατικά ψυχιατρικής πολυδιψίας), σε ασθενείς που καταναλώνουν ψυχοτρόπα φάρμακα, σε βρέφη, σε γυναίκες που έχουν υποβληθεί σε εγχειρίσεις της μέσης κοιλίας της μήτρας, σε στρατιωτικούς και σε άτομα που συμμετέχουν σε αθλήματα αντοχής ^[1,13,32,33] και έχει επιπτώσεις στην αθλητική τους απόδοση και πιθανώς και στην υγεία τους ^[7]. Η τελευταία

περίπτωση συνδέεται με μια πρόσληψη υγρών κατά τη διάρκεια της άσκησης που υπερβαίνει τις απώλειες υγρών από τον ιδρώτα, χωρίς όμως να γίνεται αντικατάσταση του νατρίου που χάνεται [1].

Η υπονατριαιμία δεν εμφανίζεται σε ανθρώπους υγιής που ακολουθούν κατά μέσο όρο την Αμερικανική διατροφή. Έτσι, ενώ οι κίνδυνοι που σχετίζονται με την υπερκατανάλωση υγρών μπορούν να προσδιοριστούν, δεν υπάρχει καμία απόδειξη ότι η συνήθης κατανάλωση μια υψηλής ποσότητας νερού έχει ως αποτέλεσμα αναγνωρίσιμους κινδύνους σε φαινομενικά υγιής ανθρώπους. Εν ολίγοις επειδή η υπονατριαιμία είναι εξαιρετικά σπάνια δεν έχει οριστεί ανώτατο ανεκτό όριο πρόσληψης από το IOM [1,13].

1.14 Αφυδάτωση και επιρροή της στην υγεία

Υπάρχουν αυξανόμενες ενδείξεις ότι η ήπια αφυδάτωση μπορεί να διαδραματίζει ένα ρόλο σε διάφορες νοσηρές καταστάσεις. Καλή ενυδάτωση έχει αποδειχθεί ότι μειώνει τον κίνδυνο της ουρολιθίασης, βοηθά στη δυσκοιλιότητα, στην υπερτονική αφυδάτωση σε βρέφη, στην υπεργλυκαιμία στη διαβητική κετοξέωση, μπορεί να έχει όφελος στην ουρολοίμωξη, στη στεφανιαία νόσο, στην υπέρταση, στη φλεβική θρομβοεμβολή, και στο εγκεφαλικό. Για άλλες συνθήκες όπως στον καρκίνο ουροδόχου κύστης, παχέος εντέρου και μαστού οι ενδείξεις είναι αντικρουόμενες [42,44].

Πνευματική κατάσταση

Η επαρκής πρόσληψη υγρών και η ομοιόσταση του νερού σώματος, συν τοις άλλοις είναι σημαντική και για τη λειτουργία του εγκεφάλου. Αρκετές μελέτες έδειξαν ότι ήπια αφυδάτωση, δηλαδή μια μείωση του σωματικού βάρους σε υγρά κατά 2% και παραπάνω, λόγω περιορισμού πρόσληψης νερού, αυξημένης θερμότητας και φυσικής άσκησης, μειώνει την βραχυπρόθεσμη μνήμη, την αριθμητική ικανότητα, την οπτικοκινητική ικανότητα, τη διάθεση, και τη γνωστική απόδοση [34,37,38,40,41]. Η σοβαρή αφυδάτωση μπορεί να οδηγήσει σε οξεία σύγχυση και παραλήρημα [36,39].

Οι πληθυσμοί που είναι σε αυξημένο κίνδυνο να επηρεαστεί η γνωστική τους λειτουργία λόγω αφυδάτωσης είναι οι ηλικιωμένοι και τα παιδιά [38]. Όσον αφορά τους ηλικιωμένους οι μελέτες που είναι διαθέσιμες είναι λίγες. Ο Suhg και οι συνεργάτες του μελέτησαν τη σχέση του λόγου του συνολικού νερού σώματος με το βάρος, στη γνωστική ικανότητα σε 28 υγιή άτομα (22 εκ

των οποίων ήταν γυναίκες) με μέσο όρο ηλικίας 63 ετών. Οι συγγραφείς παρατήρησαν μια αντίστροφη σχέση του λόγου αυτού και της μνήμης και της ταχύτητας για ολοκλήρωση των τεστ που τους έθεταν ^[81]. Επίσης, αύξηση της ωσμωτικότητας των ηλικιωμένων που προέρχεται από αφυδάτωση μετά την άσκηση, συμβάλλει σε μείωση της γνωστικής ικανότητας ^[38].

Στα παιδιά η επιφάνεια σώματος είναι μεγαλύτερη ανά μονάδα σωματικού βάρους από ότι στους ενήλικες και έχουν χαμηλότερο όγκο ύδατος σώματος. Ωστόσο τα παιδιά είναι πιο επιρρεπή σε αφυδάτωση και ειδικά κάτω από πίεση θερμότητας. Με αύξηση της ωσμωτικότητας ούρων (800 mOsm/kg) μειώνεται η ικανότητα να συνδέουν τις λέξεις μεταξύ τους, καθώς και η επίδοση της μνήμης τους ^[38].

Ωστόσο, απαιτούνται περισσότερες έρευνες, με μεγαλύτερο δείγμα πληθυσμού, για να έχουμε μια πιο σαφή εικόνα για την επιρροή της αφυδάτωσης στην πνευματική κατάσταση του ατόμου.

Δυσκοιλιότητα

Η δυσκοιλιότητα μπορεί να οριστεί με διάφορους τρόπους, όπως η αλλαγή στη συχνότητα, στο βάρος, στον όγκο, στη συνοχή και στην ευκολία διέλευσης των κοπράνων. Λίγες μελέτες έχουν δείξει ότι η μείωση της πρόσληψης υγρών αυξάνει τη δυσκοιλιότητα και δεν υπάρχουν μελέτες που να δείχνουν ότι αύξηση της πρόσληψης υγρών αντιμετωπίζει την χρόνια δυσκοιλιότητα σε ενυδατωμένα άτομα ^[35,42]. Φαίνεται πιο σωστό να συνδέουμε τη δυσκοιλιότητα με την αφυδάτωση παρά με την πρόσληψη υγρών ^[35,43]. Η αύξηση της πρόσληψης υγρών λοιπόν είναι ευεργετική στην αντιμετώπιση της δυσκοιλιότητας σε άτομα τα οποία είναι αφυδατωμένα και έχουν περιορισμένη πρόσληψη υγρών, ενώ σε ενυδατωμένα άτομα δε φαίνεται να συμβαίνει το ίδιο ^[43,44].

Ουρολιθίαση

Πολλοί είναι εκείνοι οι παράγοντες οι οποίοι μπορούν να τροποποιήσουν τους παράγοντες κινδύνου για εμφάνιση ουρολιθίασης. Η πρόσληψη νερού είναι ο σημαντικότερος όλων των παραγόντων, ο οποίος μπορεί εύκολα να μεταβληθεί και να έχει σημαντική επίδραση στην ουρολιθίαση ^[26]. Η ενυδάτωση μπορεί να μειώσει τον κίνδυνο της ουρολιθίασης μέσω πολλαπλών μηχανισμών, όπως είναι η αύξηση της διέλευσης των κρυσταλλικών προϊόντων μέσω του νεφρώνα, μειώνοντας έτσι το χρόνο επαφής τους με τις πιθανές προσροφητικές επιφάνειες ^[45].

Η ουρολιθίαση σχετίζεται με χαμηλή πρόσληψη νερού και με χαμηλό όγκο ούρων^[18,26,42,45,46]. Η μειωμένη πρόσληψη υγρών σχετίζεται με χαμηλό όγκο ούρων και αυξημένη συγκέντρωση αλάτων που δημιουργούν πέτρες. Αύξηση του κινδύνου για σχηματισμό λίθων υφίσταται όταν ο όγκος ούρων είναι μικρότερος από 1 L/ ημέρα. Όταν αυξάνεται η πρόσληψη υγρών έτσι ώστε ο όγκος ούρων να φθάνει τα 2 έως 2.5 L/ ημέρα, χωρίς αλλαγές στη διατροφή ή χρήση φαρμάκων, υποτροπιάζει ο σχηματισμός ουρολιθίας σε ένα μεγάλο αριθμό ασθενών^[26]. Τα άτομα που βρίσκονται σε κίνδυνο για σχηματισμό λίθων θα πρέπει να καταναλώνουν τουλάχιστον 250 ml υγρών σε κάθε γεύμα, ανάμεσα στα γεύματα, πριν κοιμηθούν, και όταν σηκώνονται το βράδυ. Με αυτόν τον τρόπο η πρόσληψη υγρών κατανέμεται καθ'όλη τη διάρκεια της ημέρας και τα ούρα δε συγκεντρώνονται, ειδικά τη νύχτα^[26,45]. Πολύ σημαντικά είναι τα αποτελέσματα μιας μελέτης 199 ατόμων οι οποίοι χωρίστηκαν σε δύο ομάδες^[66]. Μετά το πρώτο επεισόδιο ιδιοπαθούς λίθου η μία ομάδα αύξησε την πρόσληψη υγρών της για να επιτύχει έναν όγκο ούρων τουλάχιστον 2 L, χωρίς οποιαδήποτε περαιτέρω διαιτητική αλλαγή, ενώ η άλλη ομάδα δεν έλαβε καμία θεραπεία. Μετά από 5 χρόνια παρακολούθησης οι ασθενείς από την πρώτη ομάδα παρέμβασης είχαν μεγαλύτερο όγκο ούρων, ένα ποσοστό υποτροπής μειωμένο κατά 50%, και ένα μεγαλύτερο χρονικό διάστημα πριν από την πρώτη υποτροπή^[42,44].

Λοίμωξη ουροποιητικού (ουρολοίμωξη)

Η βακτηριακή εκκρίωση από το ουροποιητικό σύστημα εξαρτάται εν μέρει από τη ροή των ούρων και τη συχνότητα της ούρησης. Έτσι λοιπόν είναι φυσικό να υποθέτουμε μια σύνδεση μεταξύ της πρόσληψης υγρών και του κινδύνου των ουρολοιμώξεων^[47]. Τα πειραματικά και κλινικά δεδομένα σχετικά με τη σύνδεση αυτών των δύο είναι αντικρουόμενα. Η εμφάνιση των ουρολοιμώξεων συνδέεται με χαμηλή πρόσληψη υγρών και με χαμηλό όγκο ούρων, αλλά δεν υπάρχει οριστική απόδειξη που να σχετίζει την τάση να εμφανίζει κάποιος ουρολοίμωξη με την πρόσληψη υγρών^[18,42,44,47]. Σε δύο προοπτικές μελέτες σε γυναίκες, η ουρολοίμωξη συνδεόταν με χαμηλό όγκο ούρων και χαμηλή πρόσληψη υγρών σε σχέση με αυτές που είχαν αυξημένη πρόσληψη^[42,44]. Παρόλα αυτά όμως η αυξημένη κατανάλωση υγρών ανέκαθεν υποστηριζόταν για τη θεραπεία και την πρόληψη των λοιμώξεων του ουροποιητικού, καθώς η αυξημένη και η συχνή διούρηση μειώνει τον πολλαπλασιασμό των βακτηριδίων στην ουροδόχο κύστη και «καθαρίζει» το ουροποιητικό σύστημα από λοιμογόνους μικροοργανισμούς^[47].

Καρκίνος ουροδόχου κύστης και παχέος εντέρου

Όσων αφορά τον καρκίνο της ουροδόχου κύστης υπάρχουν μελέτες οι οποίες αποδεικνύουν τη συσχέτιση μεταξύ της πρόσληψης υγρών και της ασθένειας αυτής, ενώ υπάρχουν και μελέτες οι οποίες δεν κατάφεραν να συσχετίσουν αυτά τα δύο ^[13,18,42,52]. Οι πρώτες έδειξαν αυξημένο κίνδυνο εμφάνισης καρκίνου ουροδόχου κύστης σε άτομα τα οποία είχαν χαμηλή πρόσληψη υγρών ^[10,13,26,48]. Μια μελέτη αξιολόγησε την πρόσληψη υγρών σε 47.909 άνδρες ^[67] και διαπίστωσε ότι μετά από 10 χρόνια παρατήρησης αυτοί που είχαν πρόσληψη υγρών μικρότερη από 1,3 L/ ημέρα είχαν σημαντικά πιο αυξημένο κίνδυνο καρκίνου της ουροδόχου κύστης σε σχέση με εκείνους που καταναλώνανε πάνω από 2,5 L/ημέρα. Ο κίνδυνος μειώθηκε κατά 7% για κάθε επιπρόσθετη ημερήσια πρόσληψη των 240 ml υγρών ^[10,13,48].

Σε προοπτική μελέτη που έγινε σε ασθενείς με επιφανειακό καρκίνο της ουροδόχου κύστης δε βρέθηκε καμία συσχέτιση μεταξύ της ημερήσιας πρόσληψης υγρών και του κινδύνου για υποτροπή του όγκου ^[18,50].

Ακόμη, αυξημένος κίνδυνος εμφάνισης καρκίνου ουροδόχου κύστης σχετίζεται με τακτική κατανάλωση μεγάλων ποσοτήτων μολυσμένου νερού βρύσης, το οποίο έχει υψηλή συγκέντρωση νιτρικών αλάτων. Η κατανάλωση για περισσότερο από 10 χρόνια νερού με περιεκτικότητα νιτρικών > 5mg/L συσχετίστηκε με αυξημένο κίνδυνο παχέος εντέρου σε άτομα τα οποία είχαν χαμηλή πρόσληψη βιταμίνης C και υψηλή πρόσληψη κρέατος. Αυτό συνέβη, γιατί η μειωμένη πρόσληψη βιταμίνης C και η υψηλή πρόσληψη κρέατος αύξησαν την ανάπτυξη N-νιτροζοενώσεων, οι οποίες είναι καρκινογόνες σε ζώα ^[42,51].

Για τον καρκίνο του παχέος εντέρου αρκετές μελέτες, συνήθως ασθενών- μαρτύρων, βρήκαν μια αντίστροφη σχέση μεταξύ του ποσού της συνήθους πρόσληψης νερού και της συχνότητας εμφάνισης καρκίνου του παχέος εντέρου. Ο κίνδυνος ήταν 30 με 40% χαμηλότερος σε άτομα τα οποία καταναλώνανε πάνω από 1,4 L νερό την ημέρα ^[10,13,26,49]. Η δυσκοιλιότητα και η χρήση καθαρτικών μπορεί να αυξήσουν τον κίνδυνο του παχέος εντέρου, παρ'όλα αυτά όμως η ήπια αφυδάτωση δε δρα συνεργιστικά στην εμφάνισή του ^[42].

Όμως τα επιδημιολογικά αποτελέσματα και για τους δύο τύπους καρκίνου είναι περιορισμένα και χρειάζονται περαιτέρω έρευνες ^[52].

Καρκίνος μαστού

Τα αποτελέσματα για συσχέτιση κινδύνου καρκίνου του μαστού και πρόσληψης υγρών χρήζονται περαιτέρω διερεύνησης. Ο Stookey και οι συνεργάτες του ανέφεραν στα αποτελέσματα μιας μελέτης τους ότι η πρόσληψη νερού ήταν ισχυρά αντιστρόφως συσχετισμένη με τον κίνδυνο για ανάπτυξη καρκίνου του μαστού, και ο κίνδυνος εμφάνισης της ασθένειας αυτής ήταν σαφώς μειωμένος ^[26,52]. Το δείγμα της μελέτης όμως ήταν μικρό και για αυτό η ερμηνεία του αποτελέσματος παραμένει αβέβαιη και απαιτούνται περαιτέρω μελέτες.

Στεφανιαία Νόσος

Η υψηλή πρόσληψη νερού έχει συσχετισθεί με μειωμένο κίνδυνο εμφάνισης στεφανιαίας νόσου που θα οδηγήσει στο θάνατο ^[18,42,44]. Στη μελέτη “Adventist Health Study” ^[53] του Chan και των συνεργατών του εξετάσθηκε η συσχέτιση μεταξύ της πρόσληψης υγρών (νερού και άλλων αφεψημάτων) και της εμφάνισης στεφανιαίας νόσου σε άνδρες και γυναίκες με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά για 6 χρόνια, και δείχνανε ότι η υψηλή πρόσληψη νερού καθημερινά (5 ποτήρια νερό και πάνω) μείωσε σημαντικά την πιθανότητα εμφάνισης της ασθένειας σε σχέση με τα άτομα που είχαν χαμηλή πρόσληψη νερού (λιγότερο από 2 ποτήρια νερό την ημέρα). Δυστυχώς όμως φάνηκε ότι άλλα αφεψήματα, όπως καφές, χυμοί, αναψυκτικά και αλκοόλ, αποτέλεσαν συγχυτικούς παράγοντες, καθώς συνέβαλαν στην αύξηση του κινδύνου εμφάνισης της στεφανιαίας νόσου ^[53].

Εγκεφαλικό Έμφραγμα

Αυξημένος αιματοκρίτης ή ωσμωτικότητα πλάσματος (>296 mOsm/kg), που αποτελούν δείκτες αφυδάτωσης, πιθανώς σχετίζονται με αυξημένο κίνδυνο εμφάνισης εγκεφαλικού εμφράγματος και θνησιμότητας ^[18,42,44,69]. Ο αιματοκρίτης είναι ο κύριος καθοριστικός παράγοντας του ιξώδους του αίματος και αυξάνει όταν ο ενδοαγγειακός όγκος μειώνεται. Το υψηλό ιξώδες αίματος συνεπάγεται διαταραγμένη εγκεφαλική ροή αίματος ^[70]. Ειδικά στους ηλικιωμένους, που κάνουν χρήση διουρητικών και είναι ευαίσθητοι στην αφυδάτωση που προκαλούν αυτά, παρατηρείται αύξηση της ωσμωτικότητας και εξάντληση του ενδοαγγειακού όγκου ^[70].

Η αφυδάτωση είναι ένα συνηθισμένο φαινόμενο μετά το εγκεφαλικό επεισόδιο, ιδιαίτερα στους ηλικιωμένους. Στην πρώιμη φάση του εγκεφαλικού επεισοδίου η αφυδάτωση μπορεί να προκαλείται από μειωμένη πρόσληψη νερού λόγω διαταραγμένης συνείδησης ή δυσφαγίας. Οι

ηλεκτρολυτικές διαταραχές, όπως η υπερνατριαιμία ή υπονατριαιμία, μπορεί να οδηγήσουν σε επιληπτικές κρίσεις ή θάνατο. Η οξεία αφυδάτωση μετά το εγκεφαλικό μπορεί να επιδεινώσει την ισχαιμική διαδικασία, λόγω της αύξησης του ιξώδους του αίματος και της μείωσης της πίεσης του αίματος ^[69]. Σε ασθενείς με ισχαιμικό εγκεφαλικό επεισόδιο το καλύτερο αποτέλεσμα απαλλαγής σχετίζεται με ένα αρχικό επίπεδο αιματοκρίτη μεσαίου εύρους ^[18,42,44].

Πρόπτωση μιτροειδούς βαλβίδας

Η πρόπτωση της μιτροειδούς βαλβίδας είναι μια συνηθισμένη μορφή ανωμαλίας της καρδιακής βαλβίδας που επηρεάζει συχνότερα τις γυναίκες από τους άνδρες. Η εμφάνιση λοιπόν της ασθένειας σχετίζεται με το φύλο και τη χαρακτηριστική μορφολογία σώματος της ασθένειας (ψηλή και αδύνατη). Η ήπια αφυδάτωση προκάλεσε ηχοκαρδιογραφικά ορατά σημάδια πρόπτωσης της μιτροειδούς βαλβίδας στο 50% των υγιών γυναικών με τη χαρακτηριστική μορφολογία σώματος, οι οποίες πριν είχαν φυσιολογικά καρδιακά ευρήματα. Σε μια άλλη μελέτη η πρόπτωση της μιτροειδούς βαλβίδας παρατηρήθηκε μετά από αφυδάτωση σε 1 από τους 10 υγιείς άντρες, οι οποίοι δεν είχαν τη χαρακτηριστική μορφολογία σώματος. ^[13,18,42,44,54].

Υπέρταση

Σε διαβητικούς ασθενείς η χαμηλότερη ροή ούρων και τα χαμηλότερα ποσοστά απέκκρισης νατρίου συνδέονται με υψηλότερη πίεση αίματος κατά την ημέρα και μια μειωμένη πτώση της αρτηριακής πίεσης κατά τη νύχτα ^[18,42,44]. Σε μία μελέτη 1688 υγιών ανδρών ^[72] η αναλογία χαμηλής παραγωγής ούρων μέρας και νύχτας δεν συσχετίστηκε με υπέρταση. Σε μια άλλη μελέτη ^[71] που πραγματοποιήθηκε σε 16 άτομα, 8 υπερτασικούς και 8 μη υπερτασικούς –ομάδα ελέγχου, οι οποίοι ασκούσαν σε ζεστό περιβάλλον με ή χωρίς κατάποση νερού, παρατηρήθηκε ότι στην πρώτη ομάδα η καρδιακή λειτουργία και η θερμοκρασία σώματος ήταν πολύ μεγαλύτερες σε σχέση με την ομάδα ελέγχου. Αυτό συνέβη λόγω αυξημένης συμπαθητικής δραστηριότητας, έτσι ώστε να διατηρηθεί η ίδια μυϊκή δύναμη κατά τη διάρκεια της άσκησης. Η κατάποση νερού παραδόξως έκανε ακόμα μεγαλύτερη την αυτήν την παρατηρούμενη διαφορά, καθώς η συστολική πίεση και η θερμοκρασία σώματος των υπερτασικών ήταν αυξημένη για τουλάχιστον 40 λεπτά μετά την άσκηση, λόγω αντανakλαστικών του συμπαθητικού ως απάντηση στην κατάποση του νερού ^[71].

Χολόλιθοι

Η κατανάλωση νερού σε μελέτες έχει δείξει ότι προκαλεί την κένωση της χοληδόχου κύστης, και ότι η υψηλή πρόσληψη νερού μπορεί ίσως να αποτρέψει το σχηματισμό χολόλιθων [13,18,42,44].

Οδοντικές Ασθένειες

Η έκκριση σιέλου είναι μειωμένη στην αφυδάτωση. Έχει βρεθεί συσχέτιση μεταξύ σιέλου και οδοντικών ασθενειών. Η υποϋδάτωση μπορεί να σχετίζεται με οδοντικές ασθένειες, όμως δεν υπάρχουν αρκετά στοιχεία που να αποδεικνύουν τη σύνδεση αυτή [18,42,54].

Υπερωσμωτική, υπεργλυκαιμική διαβητική κετοξέωση

Σε ασθενείς με σακχαρώδη διαβήτη, η αφυδάτωση ευνόησε την ανάπτυξη της υπεργλυκαιμίας, ενώ η νηστεία είχε ως αποτέλεσμα μειωμένη συγκέντρωση γλυκόζης πλάσματος. Σε μία μελέτη από παιδιά με διαβητική κετοξέωση, τα υψηλά επίπεδα οσμωτικότητας ορού κατά την εισαγωγή ήταν ο πιο σημαντικός παράγοντας πρόβλεψης [18,42,44]. Η ακριβής αξιολόγηση και η διαχείριση της αφυδάτωσης είναι ο ακρωγονιαίος λίθος για την αντιμετώπιση της διαβητικής κετοξέωσης σε παιδιά με σακχαρώδη διαβήτη, έτσι ώστε να αποφευχθεί το εγκεφαλικό οίδημα το οποίο θα προκαλέσει θάνατο [55,56]. Δεν υπάρχει καμία απόδειξη ότι μια μέτρια αγωγή με υγρά είναι επιβλαβής [56]. Οι ηλικιωμένοι ασθενείς με σακχαρώδη διαβήτη είναι ιδιαίτερα ευάλωτοι στην υπεργλυκαιμία και στην αφυδάτωση, τα οποία είναι και τα βασικά χαρακτηριστικά του υπερωσμωτικού υπεργλυκαιμικού συνδρόμου. Αυτό συμβαίνει γιατί η ευαισθησία στην ινσουλίνη και οι μηχανισμοί της δίψας μειώνονται με την ηλικία [42].

Παχυσαρκία και Σακχαρώδης Διαβήτης II (ΣΔΙΙ)

Η παχυσαρκία είναι μια κατάσταση η οποία αυξάνει τη δραστηριότητα του συμπαθητικού συστήματος, της κυκλοφορίας της αγγειοτενσίνης II, η οποία σχετίζεται με τη συσσώρευση σωματικού λίπους και με την ινσουλινοαντίσταση στα άτομα με ΣΔΙΙ, και της επαναρρόφησης νατρίου [57]. Χαρακτηριστικό της παχυσαρκίας και του ΣΔ είναι ο μειωμένος όγκος αίματος [57]. Η τελευταία είναι ένα φαινόμενο που προέρχεται από τη μειωμένη πρόσληψη υγρών. Ακόμη, η ινσουλινοαντίσταση συμβάλλει στη μη σωστή ρύθμιση του όγκου του κυττάρου, και η

τελευταία εξαρτάται από την κατάσταση υδάτωσης του οργανισμού. Πρέπει να ενθαρρύνεται η κατανάλωση νερού με αποκλεισμό συστήματος ρενίνης – αγγειοτενσίνης σε άτομα με παχυσαρκία και ΣΔΠ ^[57].

Γλαύκωμα

Η αφυδάτωση έχει δείχθει ότι μειώνει την ενδοφθάλμια πίεση και την αυξημένη κολλοειδής ωσμωτική πίεση. Η ενδοφθάλμια πίεση δείχνει να αυξάνεται 15 λεπτά μετά από την κατάποση του νερού και παραμένει αυξημένη παραπάνω από το αρχικό για 45 λεπτά ^[18,44].

1.15 Αφυδάτωση και αθλητική απόδοση

Οι επιπτώσεις της αφυδάτωσης στην αθλητική απόδοση έχουν μελετηθεί εκτενώς. Η αφυδάτωση μπορεί να είναι δύο ειδών, η *εσκεμμένη ή εκούσια* και η *ακούσια* αφυδάτωση. Η πρώτη παρατηρείται κυρίως σαν τεχνική για μείωση του σωματικού βάρους σε παλαιστές ή μποξέρ, ενώ η δεύτερη παρουσιάζεται σε περιπτώσεις παρατεταμένης φυσικής δραστηριότητας, ιδιαίτερα σε συνθήκες αυξημένης υγρασίας και περιβάλλοντος. Οι επιπτώσεις της ακούσιας αφυδάτωσης είναι πιο σοβαρές όσον αφορά την αντοχή στις αερόβιες δραστηριότητες. Η αφυδάτωση μειώνει την αθλητική απόδοση, τη νοητική λειτουργία, αυξάνει το αίσθημα της κόπωσης, αυξάνει τον καρδιακό ρυθμό και τη θερμοκρασία του σώματος, την αντίληψη της προσπάθειας, τον κίνδυνο για θερμοπληξία ^[2,7,9,61,76].

Το έλλειμμα νερού στον άνθρωπο και το μέγεθος υποβάθμισης της επίδοσης της άσκησης σχετίζονται με την υψηλή θερμοκρασία περιβάλλοντος, το καθήκον της άσκησης και τα βιολογικά χαρακτηριστικά του ατόμου. Ήπια αφυδάτωση της τάξης του 1-2% μείωσης του σωματικού βάρους λόγω μείωσης του συνολικού νερού σώματος, μειώνει την απόδοση της αερόβιας άσκησης, ειδικότερα σε άτομα τα οποία ήταν ήδη υποϋδατωμένα ^[59,62]. Η αφυδάτωση σε ποσοστό >2% υποβαθμίζει ακόμη περισσότερο την απόδοση στην αερόβια άσκηση, ειδικά σε ζεστό καιρό (>30°C), και όσο αυξάνεται το ποσοστό αυτό τόσο μεγαλύτερη είναι η φυσιολογική καταπόνηση και συνεπώς η μείωση των επιδόσεων ^[7,58]. Η αφυδάτωση της τάξης του 3% σε κρύο καιρό έχει οριακή επίδραση στην υποβάθμιση της αερόβιας άσκησης ^[7]. Όσον αφορά την αναερόβια άσκηση η αφυδάτωση της τάξης του 3-5% μείωσης σωματικού βάρους σε υγρά, δεν υποβαθμίζει τη μυϊκή δύναμη και την αναερόβια απόδοση ^[2,7]. Επίσης, αφυδάτωση >3% του βάρους σώματος, διαταράσσει τη φυσιολογική λειτουργία και αυξάνει τον κίνδυνο του αθλητή για αναπτυσσόμενη θερμοπληξία και θερμικές κράμπες ^[76]. Σε μέτριες συνθήκες, αφυδάτωση

κατά 1-2% μείωση σωματικού βάρους δεν έχει καμία επίδραση σε άσκηση αντοχής όταν η διάρκεια της είναι <90 λεπτά, αλλά η απόδοση είναι μειωμένη όταν η διάρκεια είναι >90 λεπτά και η μείωση σωματικού βάρους είναι >2%, λόγω μείωσης σωματικών υγρών ^[59].

Αρχικά συμπτώματα της αφυδάτωσης είναι η δίψα, η γενική δυσφορία και τα παράπονα. Αυτά ακολουθούνται από ερεθισμένο- κοκκινισμένο δέρμα, κόπωση, κράμπες και απάθεια. Σε μεγαλύτερο έλλειμμα σωματικού νερού παρατηρείται ζάλη, κεφαλαλγία, αίσθημα θερμότητας στο κεφάλι ή στο λαιμό, μειωμένη απόδοση και δύσπνοια^[76]. Τέλος, η αφυδάτωση μπορεί να αποτελέσει επίσης ένα σημαντικό παράγοντα για την εμφάνιση γαστρεντερικών προβλημάτων, όπως ναυτία, εμετός, ^[76] μετεωρισμός, γαστρεντερικές κράμπες, διάρροια και γαστρεντερική αιμορραγία, τα οποία είναι αρκετά σοβαρά και μπορούν να επηρεάσουν κατά πολύ την απόδοση στην άσκηση ^[2].

Τα παιδιά ίσως βρίσκονται σε μεγαλύτερο κίνδυνο για ανάπτυξη αφυδάτωσης, καθώς δεν αναγνωρίζουν την ανάγκη για αναπλήρωση των απωλειών των υγρών, οπότε χρειάζονται ιδιαίτερη προσοχή. Επίσης, μπορεί να χρειαστούν περισσότερο χρόνο από έναν ενήλικα για να εγκλιματισθούν σε θερμοκρασίες περιβάλλοντος ^[18].

Όπως προαναφέρθηκε, η άσκηση αυξάνει τη θερμοκρασία του σώματος. Οι μυϊκές συσπάσεις κατά την άσκηση παράγουν μεταβολική θερμότητα που μεταφέρεται από τους ενεργούς μύες στο αίμα και από εκεί στον πυρήνα σώματος. Μεταγενέστερες αυξήσεις στη θερμοκρασία του σώματος προκαλούν φυσιολογικές προσαρμογές που διευκολύνουν τη μεταφορά θερμότητας από τον πυρήνα του σώματος προς το δέρμα, όπου διαχέεται προς το περιβάλλον ^[7]. Αυτό γίνεται μέσω εφίδρωσης και εξάτμισης ιδρώτα. Το τελευταίο αποτελεί ιδιαίτερα σημαντικό ψυκτικό μέσο για τον οργανισμό ^[2,76]. Ωστόσο, αν οι απώλεια υγρών μέσω ιδρώτα δεν αντισταθμίζεται με την πρόσληψη υγρών, τότε ο αθλητής θα βρεθεί σε μια αφυδατωμένη κατάσταση με ταυτόχρονη αυξημένη θερμοκρασία σώματος ^[18,62]. Η αφυδάτωση από την εφίδρωση οδηγεί σε απώλεια ηλεκτρολυτών, αυξημένη μετατόπιση της ροής του αίματος προς το δέρμα και συνεπώς μείωση του όγκου πλάσματος που θα οδηγήσει σε μείωση του προσφερόμενου οξυγόνου στις ενεργές μυϊκές ομάδες ^[2]. Η μείωση του όγκου αίματος επίσης θα οδηγήσει σε μείωση του ρυθμού εφίδρωσης και αύξησης της θερμοκρασίας του πυρήνα ^[2]. Μια πολύ επικίνδυνη βλάβη η οποία μπορεί να προκληθεί από πολύ έντονη άσκηση υπό θερμές περιβαλλοντικές συνθήκες είναι η θερμική καταπληξία άσκησης. Μπορεί να συμβεί και μετά από υπερβολική απώλεια υγρών, και οδηγεί σε ραβδομυόλυση, σε νεφρική βλάβη και πιθανώς σε θάνατο ^[2].

Έχει αποδειχθεί ότι η ενυδάτωση κατά την άσκηση συμβάλλει στη θερμορυθμιστική ικανότητα παρά την αύξηση της ροής του αίματος προς το δέρμα και έτσι ελαχιστοποιείται η άνοδος της θερμοκρασίας του πυρήνα. Επίσης, η ενυδάτωση ελαττώνει την επιβάρυνση του καρδιαγγειακού συστήματος, αποτρέποντας τη μείωση του όγκου αίματος και βοηθά στη διατήρηση του βέλτιστου ρυθμού άσκησης για περισσότερο χρόνο ^[2,60].

Η υπερυδάτωση ίσως προσφέρει επιπλέον πλεονεκτήματα όσον αφορά τη θερμορύθμιση, και μπορεί να μειώσει την έναρξη αφυδάτωσης ^[7,62].

1.16 Μέθοδοι αξιολόγησης των επιπέδων υδάτωσης

Το νερό βρίσκεται σε διάφορα διαμερίσματα στο σώμα μας (ISF, ICF, IVF) και καταλαβαίνουμε ότι μια μέθοδος μέτρησής του από μόνη της δε θα αντανakλά επαρκώς το επίπεδο υδάτωσης ενός ατόμου. Ο Armstrong αναφέρει 13 μεθόδους αξιολόγησης της ενυδάτωσης του ατόμου που περιλαμβάνει μετρήσεις σε όλο το σώμα, τα ούρα, το αίμα και μετρήσεις αίσθησης. Κατέληξε έτσι στο συμπέρασμα ότι δεν υπάρχει ακόμα ένα “gold standard” το οποίο θα μπορέσει να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις αξιολόγησης υδάτωσης όλων των μεθόδων μαζί ^[5,34].

Οι μετρήσεις στο εργαστήριο με τις μετρήσεις στην καθημερινή πρακτική διαφέρουν, καθώς στις πρώτες χρειάζεται μεγάλη ακρίβεια, ευαισθησία και εξειδικευμένο προσωπικό, ενώ στη δεύτερη περίπτωση χρησιμοποιούνται μέθοδοι εύκολα εφαρμόσιμες, φθηνές, ασφαλείς, αξιόπιστες που μπορούν να εφαρμοστούν από την πλειονότητα των ατόμων ^[5].

1.16.1 Αλλαγές στο σωματικό βάρος

Οι αλλαγές στο σωματικό βάρος έχουν χρησιμοποιηθεί ευρέως για τον καθορισμό των επιπέδων υδάτωσης σε οξείες αλλαγές τους, οι οποίες αφορούν ένα μικρό χρονικό διάστημα, συνήθως 1-4 ώρες με ή χωρίς άσκηση. Σε αυτό το χρονικό διάστημα όμως η πρόσληψη φαγητού και νερού, καθώς και οι απεκκρίσεις θα πρέπει να ελέγχονται. Εξάλλου μέσα σε ένα τόσο μικρό χρονικό διάστημα το νερό είναι το μόνο συστατικό του σώματος το οποίο μπορεί να χαθεί με τέτοιο ρυθμό ^[9,13,27,29]. Όταν οι μετρήσεις μάζας σώματος γίνονται σε μεγαλύτερο διάστημα από 4 ώρες, η ανταλλαγή νερού που οφείλεται στην οξείδωση του υποστρώματος και η αναπνευστική απώλεια νερού αυξάνονται αρκετά με αποτέλεσμα να πρέπει να συνυπολογιστούν με την αλλαγή της μάζας σώματος ^[29].

Γενικά, σε ένα άτομο το οποίο είναι καλά ενυδατωμένο, και βρίσκεται σε ενεργειακό ισοζύγιο, η πρωινή μέτρηση βάρους (μετά την ούρηση) θα είναι σταθερή και θα κυμαίνεται από $\pm 1\%$ από το φυσιολογικό του βάρος. Σε κάποιο όμως δραστήριο άτομο το οποίο καταναλώνει φαγητό και ποτό ελεύθερα, θα πρέπει να γίνουν 3 διαδοχικές πρωινές μετρήσεις βάρους που θα καθορίσουν τη βασική τιμή. Οι γυναίκες μπορεί να χρειαστούν και περισσότερες μετρήσεις για να καθορίσουν την βασική τιμή, λόγω του εμμηνορρησιακού κύκλου που επηρεάζει την κατάσταση υδάτωσης. Για παράδειγμα η ωχρινική φάση μπορεί να αυξήσει το νερό σώματος και συνεπώς το σωματικό βάρος παραπάνω από 2 κιλά ^[5,7].

Οι αθλητές χρησιμοποιούν πολύ συχνά αυτή τη μέθοδο, με μέτρηση σωματικού βάρους πριν και μετά την έντονη άσκηση, για να προσδιορίσουν τις απώλειες του νερού σώματος μέσω του ιδρώτα ^[27]. Ισχύει ότι 1 ml νερού έχει μάζα 1 γραμμαρίου, και έτσι οι αλλαγές στο σωματικό βάρος χρησιμοποιούνται για την ποσοτικοποίηση των απωλειών (και του κέρδους) σε νερό. Η φόρτιση όμως των υδατανθράκων, που πραγματοποιείται συχνά στους αθλητές, θα οδηγήσει σε αυξημένο σωματικό βάρος το οποίο δεν αντιπροσωπεύει την ενυδάτωση, καθώς το γλυκογόνο των μυών κατακρατεί οσμωτικά νερό ^[13,27].

Σε κάποιες άλλες μελέτες η εκτίμηση των επιπέδων υδάτωσης στηρίζεται σε αλλαγές στο σωματικό βάρος που καλύπτουν μεγαλύτερο χρονικό διάστημα, όπως κατά τη διάρκεια του νυχτερινού ύπνου. Το μεγάλο μειονέκτημα όμως αυτής της μεθόδου είναι ότι οι μετρήσεις μπορούν να επηρεαστούν από την εντερική κινητικότητα, και την κατανάλωση φαγητού και ποτού ^[9].

Συνεπώς, οι αλλαγές σωματικού βάρους σαν μέθοδος αξιολόγησης των επιπέδων υδάτωσης, εφόσον οι παράγοντες που μπορούν να μεταβάλλουν το αποτέλεσμα είναι ελεγχόμενοι, είναι ένας αξιόπιστος δείκτης που σε συνδυασμό και με άλλους δείκτες αξιολόγησης υδάτωσης έχει ένα καλό αποτέλεσμα.

1.16.2 Αιματολογικοί δείκτες

Αιμοσφαιρίνη- Αιματοκρίτης

Οι αιματολογικοί δείκτες χρησιμοποιούνται και αυτοί ευρέως για την αξιολόγηση των επιπέδων υδάτωσης ενός ατόμου. Δύο δείκτες για την αξιολόγηση των επιπέδων υδάτωσης είναι η

συγκέντρωση της αιμοσφαιρίνης και του αιματοκρίτη, και στην πραγματικότητα αυτές οι αλλαγές αντιπροσωπεύουν αλλαγές στον όγκο του πλάσματος και στο συνολικό νερό σώματος (TBW) ^[9,27]. Είναι γνωστό ότι ο φυσιολογικός αιματοκρίτης των γυναικών ($42 \pm 5\%$) είναι πιο χαμηλός από τον φυσιολογικό των ανδρών ($47 \pm 7\%$) ^[63]. Αν είναι γνωστές όλοι οι παράμετροι χρησιμοποιώντας την παρακάτω μαθηματική εξίσωση υπολογίζουμε την αλλαγή στον όγκο του πλάσματος:

$$\% \Delta PV = \left(\frac{Hbc}{Hbi} \times \frac{1 - Hcti}{1 - Hctc} - 1 \right) \times 100$$

Όπου c : το δείγμα αίματος ελέγχου,

i: το δείγμα αίματος οποιαδήποτε στιγμή αφότου το δείγμα ελέγχου έχει τραβηχτεί,

PV: ο όγκος του πλάσματος,

Hb: η συγκέντρωση της αιμοσφαιρίνης, και

Htc: η συγκέντρωση αιματοκρίτη

Η συγκεκριμένη τεχνική είναι αρκετά αξιόπιστη, όμως οι τιμές αυτές μπορούν να μεταβληθούν από διάφορους παράγοντες, όπως η χρήση αιμοστατικού επιδέσμου κατά την λήψη αίματος, η όρθια στάση για 20 λεπτά, η απώλεια ή πρόσληψη νερού ^[9,27].

Ο όγκος του πλάσματος αλλάζει μέτρια και με την αφυδάτωση και με την υπερυδάτωση. Αυτό ποικίλλει, για παράδειγμα τα άτομα τα οποία έχουν εγκλιματισθεί στη ζέστη έχουν μικρότερες μειώσεις του όγκου πλάσματος για ένα δεδομένο έλλειμμα νερού σώματος, από ότι τα άτομα τα οποία δεν έχουν εγκλιματισθεί. Το φαινόμενο αυτό οφείλεται στην παραγωγή πιο αραιού ιδρώτα και στην ικανότητά τους να διατηρούνε καλύτερη αιμοαραίωση ^[10,13].

Έτσι λοιπόν, πιο συχνά σαν αιματολογικούς δείκτες για την αξιολόγηση των επιπέδων υδάτωσης χρησιμοποιούνται η ωσμωτικότητα πλάσματος και η συγκέντρωση του νατρίου.

Ωσμωτικότητα πλάσματος- Συγκέντρωση νατρίου

Τα επίπεδα ωσμωτικότητας πλάσματος και η συγκέντρωση νατρίου χρησιμοποιούνται πιο συχνά γιατί είναι πιο εύκολα μετρήσιμα από τη μέτρηση αιμοσφαιρίνης και αιματοκρίτη και αναλύονται πιο γρήγορα. Σε αφυδάτωση και ειδικότερα σε υπερτονική αφυδάτωση από ανεπαρκή πρόσληψη υγρών και οι δύο δείκτες αυξάνονται σημαντικά ^[9]. Οποιαδήποτε απώλεια νερού που είναι μεγαλύτερη από την απώλεια των ηλεκτρολυτών θα αυξήσει τη συγκέντρωση του νατρίου στα εξωκυττάρια διαμερίσματα, δηλαδή την ωσμωτικότητα ^[10,13]. Ο Popowski και οι συνεργάτες του σε μελέτη που πραγματοποίησαν βρήκανε ότι η ωσμωτικότητα πλάσματος αυξάνεται και με αφυδάτωση που αντιστοιχεί σε 1% μείωση του σωματικού βάρους λόγω μείωσης σωματικών υγρών ^[9,68].

Παρ'όλα αυτά όμως σε μελέτη που έγινε σε άνδρες που αφυδατώθηκαν χάνοντας το 4,1% του σωματικού τους βάρους σε νερό και στη συνέχεια ενυδατώθηκαν σε διάστημα 41 ωρών, οι μετρήσεις που γίνονταν σε αυτή τη χρονική διάρκεια δεν έδειξαν περιέργως αλλαγές στην ωσμωτικότητα πλάσματος μεταξύ της κατάστασης της αφυδάτωσης και της ενυδάτωσης. Επίσης, κατά τη διάρκεια εργαστηριακού πειράματος του Popowski και των συνεργατών του, μετά από άσκηση 168 λεπτών και μείωσης του σωματικού βάρους κατά 5% και επανυδάτωση των αθλητών μετά από 60 λεπτά, η ωσμωτικότητα πλάσματος δεν έφτασε την αρχική της τιμή. Αυτό λοιπόν υποδηλώνει ότι όταν το TBW και τα υγρά των διαμερισμάτων διαταράσσονται, η ωσμωτικότητα πλάσματος δεν ανταποκρίνεται γρήγορα στην πρόσληψη των υγρών, και δε μπορεί να αξιολογήσει την ενυδάτωση όλου του σώματος έγκυρα σε όλες τι καταστάσεις, όταν η απώλεια και η πρόσληψη υγρών είναι κυμαινόμενη ^[5,68]. Ο Armstrong επίσης κατέληξε στο ίδιο συμπέρασμα για την ωσμωτικότητα πλάσματος σε τέτοιες καταστάσεις, δηλαδή σε διακυμάνσεις υγρών σώματος ^[34].

Είναι πολύ σημαντικό η ωσμωτικότητα να μετρηθεί αμέσως μετά τη συλλογή του αίματος, καθώς κατά την αποθήκευση στο εργαστήριο μπορεί να έχουμε μείωσή της λόγω αλλαγών στο pH, διάσπασης του CO₂, αύξηση συγκέντρωσης του γαλακτικού οξέος, και σύνδεσης ηλεκτρολυτών με πρωτεΐνες. Η μέτρηση γίνεται είτε με ένα σημείο πήξης είτε με οσμόμετρο ατμού υπό πίεση και είναι δεκτός ένας συντελεστής διακύμανσης λιγότερο από 0,3 έως 0,4 % ^[29].

Η ωσμωτικότητα πλάσματος καθώς και η συγκέντρωση του νατρίου είναι τα πιο ισχυρά σήματα για τη διέγερση της αγγειοπιεσίνης πλάσματος (AVP), που είναι η κύρια ορμόνη που ρυθμίζει

την ισορροπία των υγρών σώματος. Μέτρηση αυτής της ορμόνης, όπως και της ρενίνης και της αλδοστερόνης προσφέρουν επίσης πολύ σημαντικές πληροφορίες σχετικά με την κατάσταση υδάτωσης. Για παράδειγμα η AVP αυξάνει γραμμικά με την αφυδάτωση και με την αύξηση της ωσμωτικότητας πλάσματος ^[9]. Όταν το νερό και η διαλυμένη ουσία χάνονται κατά αναλογία (εμετός, διάρροια), η ωσμωτικότητα του πλάσματος δε θα αλλάξει και δε θα υπάρξει καμία αντίδραση της AVP. Ωστόσο, η μείωση του εξωκυττάριου υγρού θα ενεργοποιήσει το σύστημα ρενίνη- αγγειοτενσίνη- αλδοστερόνη και έτσι το νάτριο και το νερό θα διατηρηθούν στο νεφρό ^[10]. Η μετρήσεις όμως αυτές είναι χρονοβόρες, καθώς για παράδειγμα η μέτρηση της AVP χρειάζεται 3 ημέρες τουλάχιστον για πραγματοποιηθεί ^[9].

Επομένως, η ωσμωτικότητα πλάσματος και η συγκέντρωση νατρίου χρησιμοποιούνται πιο συχνά για την αξιολόγηση των επιπέδων υδάτωσης από την αιμοσφαιρίνη και τον αιματοκρίτη, είναι αξιόπιστοι ,και μπορούν σε συνδυασμό με άλλες μεθόδους αξιολόγησης υδάτωσης να παρέχουν ορθά αποτελέσματα.

1.16.3 Ουροποιητικοί Δείκτες

Οι ουροποιητικοί παράμετροι χρησιμοποιούνται ευρέως και παρέχουν ακριβή και ταχεία ενημέρωση για την κατάσταση ήπιας αφυδάτωσης και είναι εύκολα μετρήσιμοι ^[9]. Οι ουροποιητικοί δείκτες οι οποίοι χρησιμοποιούνται ευρέως για την αξιολόγηση των επιπέδων υδάτωσης είναι το χρώμα και ο όγκος ούρων, η ωσμωτικότητα των ούρων, καθώς και το ειδικό βάρος. Υπάρχουν όμως καταστάσεις οι οποίες μεταβάλλουν αυτούς τους παράγοντες όπως είναι οι διαιτητικές συνήθειες, η κατανάλωση αλκοόλ, η κατανάλωση καφέ, η οξεία επανυδάτωση, ενδοφλέβια έγχυση, και οι ασθένειες ^[9]. Στη συνέχεια θα αναλύσουμε την κάθε μέθοδο :

Χρώμα και όγκος ούρων

Έχει προταθεί ότι το *χρώμα των ούρων* στις περισσότερες περιπτώσεις αντανakλά το επίπεδο της υδάτωσης του ατόμου και είναι στενά συνδεδεμένο με τους υπόλοιπους ουροποιητικούς δείκτες, καθώς και λιγότερο συνδεδεμένο με τους αιματολογικούς δείκτες του πλάσματος ^[9,63]. Το τελευταίο συμβαίνει γιατί ο όγκος του πλάσματος προστατεύεται από το σώμα για να διατηρήσει την καρδιαγγειακή λειτουργία και οι μεταβλητές του πλάσματος δεν επηρεάζονται μέχρι μια μείωση του σωματικού βάρους >3%, ενώ οι ουροποιητικοί δείκτες είναι πιο ευαίσθητοι ^[63].

Η μέτρηση χρώματος ούρων είναι μια μέθοδος η οποία χρησιμοποιείται συχνά και από αθλητές ^[9,63]. Ο Armstrong και οι συνεργάτες του ανέπτυξαν μια αριθμημένη κλίμακα, από το 1 έως το 8, που περιλαμβάνει τα χρώματα των ούρων και κυμαίνονται από το πολύ ανοιχτό κίτρινο (νούμερο 1) έως ένα πράσινο χρώμα που καφετίζει (νούμερο 9). Η συγκεκριμένη κλίμακα απεικονίζεται παρακάτω στην **εικόνα 4**.

Το χρώμα των ούρων σκουραίνει ή ανοίγει ανάλογα με τα επίπεδα όγκου ούρων που εκκρίνονται, δηλαδή αν είναι χαμηλά ή υψηλά αντίστοιχα, επειδή το διαλυμένο φορτίο είτε συμπυκνώνεται είτε αραιώνεται αντίστοιχα ^[13].

Παρ' όλα αυτά όμως το χρώμα των ούρων από μόνο του δεν δείχνει ακριβή συσχέτιση της κατάστασης ενυδάτωσης, καθώς το χρώμα των ούρων μπορεί να επηρεαστεί από οξεία επανυδάτωση, διαιτητικούς παράγοντες, φάρμακα, βιταμίνες, από διάφορες ασθένειες, καθώς και από την άσκηση ^[9,10,13,63].

Εκτός βέβαια από τα πρώτα πρωινά ούρα, μπορούμε να συλλέξουμε και δείγματα μετά από ώρες σταθερών επιπέδων υδάτωσης για να υπάρχει έγκυρη διάκριση μεταξύ ενυδάτωσης και αφυδάτωσης. Αυτό είναι αρκετά χρήσιμο σε καταστάσεις επανυδάτωσης διότι εάν τα αφυδατωμένα άτομα καταναλώνουν μεγάλες ποσότητες υποτονικών υγρών, τότε θα έχουν άφθονη παραγωγή ούρων ανοιχτόχρωμων, πριν αποκατασταθεί η ενυδάτωση ^[7].

Ο όγκος των ούρων χρησιμοποιείται και αυτός συχνά ως δείκτης της κατάστασης ενυδάτωσης. Η συλλογή όγκου ούρων 24-ώρου είναι μια συχνά χρησιμοποιούμενη μέθοδος. Μια υγιής γυναίκα παράγει σε ένα 24ωρο $1,13 \pm 0,42$ L ούρων, ενώ ένας υγιής άνδρας παράγει $1,36 \pm 0,44$ L. Παιδιά 10 έως 14 ετών θα παράγουν αναλογικά λιγότερα λίτρα ούρων την ημέρα, όπως επίσης και οι ηλικιωμένοι ^[5,29]. Αν τα υγιή άτομα εκκρίνουν όγκο ούρων της τάξης των 100 ml/ ώρα, είναι πιθανώς καλά ενυδατωμένα. Υψηλότερες τιμές από αυτή, όπως 300 έως 600 ml/ ώρα, είναι πιθανώς ένδειξη περίσσειας υγρών. Αν η παραγωγή των ούρων είναι μικρότερη από 30 ml/ ώρα για παρατεταμένες περιόδους ακολουθώντας μια μέση δίαιτα, τότε το άτομο είναι πιθανώς αφυδατωμένο ^[13]. Η μέθοδος αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί από αθλητές, αλλά είναι αρκετά χρονοβόρα ^[63].

Ωσμωτικότητα Ούρων

Η *ωσμωτικότητα* των ούρων είναι η μέτρηση της συνολικής διαλυμένης ουσίας του περιεχομένου των ούρων και επηρεάζεται από όλα τα διαλυμένα σωματίδια σε έναν όγκο υγρού. Η ανάλυση τους απαιτεί ένα ειδικό μηχανήμα το οσμόμετρο και εκπαιδευμένο προσωπικό ^[29].

Η μέτρηση της ωσμωτικότητας των πρώτων πρωινών ούρων συνήθως επιλέγεται από μια τυχαία μέτρηση κατά τη διάρκεια της ημέρας, καθώς το διάστημα ωρών στο οποίο μεταβολίζεται το νερό, από την τελευταία πρόσληψη νερού, είναι συνήθως πιο συγκεκριμένο. Τα ούρα με την αφυδάτωση είναι πιο συμπυκνωμένα, με αποτέλεσμα η μέτρηση της ωσμωτικότητας, όπως και το ειδικό βάρος ούρων, που θα αναφερθεί στη συνέχεια, να είναι πολύ καλοί δείκτες αξιολόγησης της κατάστασης υδάτωσης σε υγιή άτομα. ^[13]. Οι φυσιολογικές τιμές ωσμωτικότητας ούρων κυμαίνονται μεταξύ 50 – 1200 mOsm/kg, και έχουν θεωρητικό μέγιστο τα 1400 mOsm/kg περίπου ^[10,13]. Τιμές ωσμωτικότητας >700 mOsm/kg υποδεικνύουν υπουδάτωση ^[7]. Ένα άτομο το οποίο έχει τιμές ωσμωτικότητας πρωινών ούρων <700 mOsm/kg θεωρείται καλά ενυδατωμένο ^[7]. Ένα νεογέννητο βρέφος μπορεί να συγκεντρώσει στα ούρα ωσμωτικότητα των 700 mOsm/kg και από την ηλικία των 3 μηνών και μετά θα είναι σε θέση να συγκεντρώνει έως και 1200 mOsm/kg ^[10].

Σε παθολογικές καταστάσεις όπως ο σακχαρώδης διαβήτης, αυξάνεται η ωσμωτικότητα των ούρων με απέκκριση γλυκόζης και εξαρτάται από το διαιτητικό νεφρικό φορτίο της διαλυμένης ουσίας ^[10,13]. Ακόμη, αμέσως μετά την άσκηση η ωσμωτικότητα δεν αντανάκλα το επίπεδο υδάτωσης του αθλητή, ενώ η καθημερινή μέτρηση της ωσμωμοριακότητας των ούρων είναι πιο αντιπροσωπευτική ^[29]. Τέλος, η οξεία επανυδάτωση, οι διαιτητικοί και άλλοι παράγοντες που αναφέρθηκαν αρχικά επηρεάζουν την έκβαση των αποτελεσμάτων.

Ειδικό βάρος Ούρων (USG)

Το *ειδικό βάρος ούρων* αναφέρεται στην πυκνότητα (μάζα ανά όγκο) ενός δείγματος σε σύγκριση με το καθαρό νερό. Οποιοδήποτε υγρό είναι πυκνότερο από το νερό έχει ένα ειδικό βάρος μεγαλύτερο από το 1.000. Οι τιμές κανονικών δειγμάτων ούρων κυμαίνονται συνήθως από 1.013 έως 1.029 σε υγιείς ενήλικες. Κατά την αφυδάτωση, το ειδικό βάρος ούρων όπως και η ωσμωτικότητα, αυξάνονται, με αποτέλεσμα το ειδικό βάρος ούρων να υπερβαίνει το 1.030. Όταν υπάρχει περίσσεια νερού, συνήθως παρατηρούνται τιμές 1.001 έως 1.012 ^[13,29].

Το ειδικό βάρος ούρων μπορεί να μετρηθεί γρήγορα και με ακρίβεια με ένα φορητό διαθλασίμετρο. Τοποθετούνται λίγες σταγόνες δείγματος (αρκεί και μία) και είναι στραμμένο προς μια πηγή φωτός που περνά μέσα από το δείγμα.

Το ειδικό βάρος ούρων και η ωσμωμοριακότητα συνδέονται στενά για μια σωστή αξιολόγηση επιπέδου υδάτωσης. Όμως όταν ένα άτομο αφυδατώνεται, με μείωση σωματικού βάρους κατά 5%, λόγω π. χ. γρήγορης εναλλαγής υγρών σώματος από περίπου 1 ώρα άσκηση σε ζέστη, και στη συνέχεια ανάκτησης του βάρους που χάθηκε με ενυδάτωση, οι δύο παραπάνω δείκτες αξιολόγησης είναι λιγότερο ευαίσθητοι στις αλλαγές αυτές ^[27].

Στον πίνακα 8 συνοψίζονται οι τιμές ειδικού βάρους ούρων και τα επίπεδα υδάτωσης που αντιπροσωπεύουν:

Πίνακας 8: Αξιολόγηση των επιπέδων υδάτωσης	
Επίπεδο υδάτωσης	Τιμή USG
Καλά ενυδατωμένος	< 1.010
Ελαφρώς αφυδατωμένος	1.010- 1.020
Σημαντικά αφυδατωμένος	1.021- 1.030
Σοβαρά αφυδατωμένος	>1.030

Kavouras (2002) ^[9]

Το ειδικό βάρος των ούρων μεταβάλλεται, από ορισμένους διαλύτες όπως η γλυκόζη (όπως συμβαίνει στο ΣΔ), η ουρία, η πρωτεΐνη, η κατανάλωση νερού ^[63].

Ο παρακάτω πίνακας δείχνει την αξιολόγηση των επιπέδων υδάτωσης σύμφωνα με τους τρεις δείκτες που προαναφέρθηκαν:

Πίνακας 9: Δείκτες κατάστασης υδάτωσης			
Επίπεδο υδάτωσης	% αλλαγές στο βάρος σώματος *	Χρώμα ούρων	USG
Καλά ενυδατωμένος	+1 έως -1	1 ή 2	< 1.010
Ελαφρώς αφυδατωμένος	-1 έως -3	3 ή 4	1.010- 1.020
Σημαντικά αφυδατωμένος	-4 έως -5	5 ή 6	1.021- 1.030
Σοβαρά αφυδατωμένος	< -5	>6	>1.030

*% αλλαγή του σωματικού βάρους = [(αρχικό βάρος σώματος - εκτίμηση σωματικού βάρους)/αρχικό βάρος] x 100

Kavouras (2002) ^[9]

1.16.4 Βιοηλεκτρική εμπέδιση (BIA)

Η ανάλυση βιοηλεκτρικής εμπέδισης είναι μια ευρέως χρησιμοποιούμενη μέθοδος για την ανάλυση σύστασης σώματος. Έχει τη δυνατότητα να αξιολογεί την κατάσταση ενυδάτωσης με τον προσδιορισμό του νερού σώματος και των κυτταρικών διαιρέσεων εάν χρησιμοποιείται μια συσκευή πολλαπλών συχνοτήτων. Η μέθοδος αυτή βασίζεται στην αρχή της αντίστασης που συναντά το ηλεκτρικό ρεύμα όταν διατρέχει το ανθρώπινο σώμα. Όσο μικρότερη η αντίσταση που καταγράφεται τόσο μεγαλύτερο το περιεχόμενο του σώματος σε νερό και άρα τόσο μεγαλύτερη η σωματική πυκνότητα ^[27,65]. Είναι μια εύκολη στη χρήση, γρήγορη, όχι ακριβή και μη επεμβατική μέθοδος ^[9,13].

Έχει όμως αρκετούς περιορισμούς. Δεν παρέχει ακριβείς υπολογισμούς για τους όγκους των διαμερισμάτων των υγρών. Επίσης, επηρεάζεται από παράγοντες όπως η θερμοκρασία δέρματος, η κατανάλωση φαγητού ή ποτού, και η στάση του σώματος πριν τη μέτρηση. Ανεξάρτητες μετρήσεις σε ηλικιωμένους και αθλητές μετά από έντονη προπόνηση δεν κατάφεραν να ανιχνεύσουν αφυδάτωση. Ακόμη, η παρουσία οιδήματος σε καρδιακούς ασθενείς, οι συσσωρεύσεις υγρών σε ασθενείς σε αιμοκάθαρση ανάμεσα στις επισκέψεις, και η παχυσαρκία μπορούν να επηρεάσουν το αποτέλεσμα της μέτρησης ^[9,27,64].

Όσον αφορά την στάση του σώματος ως παραπλανητικό παράγοντα, ο Picolli και οι συνεργάτες του ενέκριναν τη βιοηλεκτρική εμπέδιση ως μέθοδο για την εκτίμηση της αξιολόγησης ενυδάτωσης ακόμη και κατά τη διάρκεια της ορειβασίας ^[13].

Μελέτες έχουν δείξει ότι η BIA μπορεί να μην έχει αρκετή ακρίβεια για την έγκυρη ανίχνευση της μέτριας αφυδάτωσης (περίπου 7% μείωση του συνολικού σωματικού νερού) και χάνει την ανάλυση με ισοτονική απώλεια υγρών. Επειδή οι συγκεντρώσεις των υγρών, των ηλεκτρολυτών και των πρωτεϊνών του πλάσματος μπορούν να έχουν ανεξάρτητες επιδράσεις, η μέθοδος BIA μπορεί να έχει παραπλανητικά αποτελέσματα όσον αφορά την κατάσταση αφυδάτωσης ή υπερυδάτωσης. Οι συγκεντρώσεις υγρών και ηλεκτρολυτών μπορεί να έχουν ανεξάρτητες επιδράσεις στο σημείο της BIA, έτσι ώστε συχνά να παρέχουν παραπλανητικά αποτελέσματα στην τελική τιμή της ^[13].

Αν και η BIA είναι μια πολλά υποσχόμενη τεχνική για την εκτίμηση της κατάστασης ενυδάτωσης, χρειάζεται περαιτέρω έρευνα πριν χρησιμοποιηθεί ως διαγνωστικό εργαλείο για τη διερεύνηση των αλλαγών του σώματος σε νερό ^[9].

1.16.5 Πίεση αίματος, καρδιακός ρυθμός, ορθοστατική ανοχή

Είναι καλά τεκμηριωμένο ότι η αφυδάτωση από μόνη της αυξάνει τον καρδιακό ρυθμό σε κατάσταση ηρεμίας και σε υπομέγιστη άσκηση. Επίσης η αφυδάτωση φαίνεται να προκαλεί ορθοστατική δυσανοχή, ενώ η κατάποση υγρών σε αφυδατωμένα άτομα βελτιώνει την απόδοση σε ορθοστατική δοκιμασία ανοχής. Στην πραγματικότητα, η πίεση του αίματος και ο καρδιακός ρυθμός ανταποκρίνονται σε πολύ γρήγορες αλλαγές στη στάση του σώματος, και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παροχή πρόσθετων πληροφοριών για την εκτίμηση των επιπέδων υδάτωσης, ακόμα και αν δεν είναι σε θέση να αναγνωρίσουν ανισορροπίες των υγρών, ανεξάρτητα από άλλους δείκτες ^[9].

1.16.6 Αντιληπτική βαθμολόγηση της δίψας

Όταν τα όργανα ή η εμπειρία των τεχνικών δεν είναι διαθέσιμη ή όταν η προσέγγιση της κατάστασης ενυδάτωσης είναι αποδεκτή, τότε η αίσθηση της δίψας μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να ανακοινώσει το όριο της αφυδάτωσης το οποίο επηρεάζει τις φυσιολογικές αντιδράσεις και την υγεία. Αυτό συμβαίνει σε ήπια αφυδάτωση, δηλαδή όταν η απώλεια συνολικού νερού σώματος φθάσει το 1-2% της μάζας σώματος. Οι δυσάρεστες συνέπειες στην υγεία έχουν προαναφερθεί ^[29].

Η δίψα μπορεί να μετρηθεί με μια απλή βαθμονομημένη κλίμακα που κυμαίνεται από το 1 (καθόλου διψασμένος) έως το 9 (πάρα πολύ διψασμένος). Η κλίμακα αυτή αναπτύχθηκε από τον

Young και τους συνεργάτες του το 1987. Κάποιος μπορεί με ασφάλεια να υποθέσει ότι βρίσκεται σε ήπια αφυδάτωση όταν βρίσκεται στην κλίμακα μεταξύ του σκορ 3 (λίγο διψασμένος) και του 5 (μέτρια διψασμένος). Πρέπει να αναφέρουμε ότι υπάρχουν πολλοί παράγοντες οι οποίοι μπορούν να μεταβάλλουν την αντίληψη της δίψας (γευστικότητα υγρών, ο χρόνος που διατίθεται για την κατανάλωση των υγρών, η γαστρική διάταση, η μεγαλύτερη ηλικία, το φύλο, η κατάσταση εγκληματισμού στη ζέστη) ^[29].

Αυτή η μέθοδος προσέγγισης της αξιολόγησης κατάστασης ενυδάτωσης είναι μια χονδρική εκτίμηση, αλλά μπορεί να χρησιμεύσει ως υπενθύμιση σε άτομα τα οποία προλαμβάνουν την αφυδάτωση της άσκησης, και του διαιτητικού περιορισμού ^[29].

1.16.7 Ερωτηματολόγια συχνότητας κατανάλωσης

Η συγκεκριμένη μέθοδος έχει χρησιμοποιηθεί σε ορισμένες μελέτες για την αξιολόγηση των επιπέδων υδάτωσης του ατόμου μέσω ερωτήσεων κατανάλωσης νερού και αφεψημάτων που αφορά ένα χρονικό διάστημα. Πιο συγκεκριμένα, έχει χρησιμοποιηθεί σε μελέτες για συσχέτιση της πρόσληψης υγρών με ορισμένες ασθένειες, όπως τους νεφρικούς λίθους ^[75], τον καρκίνο ουροδόχου κύστης ^[50] και παχέος εντέρου ^[49], καθώς και τη στεφανιαία νόσο που οδηγεί σε θάνατο ^[53]. Τα ερωτηματολόγια στις μελέτες αυτές περιελάμβαναν, συν τοις άλλοις, ερωτήσεις συχνότητας και ποσότητας κατανάλωσης νερού και υγρών για ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Επίσης, έχει χρησιμοποιηθεί και για παιδιά ηλικίας 12 μηνών μέχρι 5 χρονών, για υπολογισμό θρεπτικών συστατικών ^[74].

Σε μια μελέτη που διεξήχθη σε 274 Γάλλους άνδρες και γυναίκες συνολικά, ηλικίας 25 ετών και άνω που πληρούσαν ορισμένα χαρακτηριστικά, χρησιμοποιήθηκε ως βοηθητικό μέσο για την αξιολόγηση των επιπέδων υδάτωσης των ατόμων ,μαζί με ουροποιητικούς και αιματολογικούς δείκτες ^[17]. Είχε τη μορφή ηλεκτρονικού ημερολογίου και για κάθε καταχώρηση καταγράφονταν το τύπος γεύματος (πρωινό, γεύμα, δείπνο ή σνακ), καθώς και τα χαρακτηριστικά του τροφίμου και του ποτού. Τα ποτά επιλέγονταν από μια μεγάλη λίστα και διαχωρίζονταν σε 7 κατηγορίες (ζεστά ροφήματα, γαλακτοκομικά, πόσιμο νερό, ζαχαρούχα, αναψυκτικά, αλκοόλ, ανθρακούχα). Έτσι η συνολική πρόσληψη νερού υπολογιζόταν από την περιεκτικότητα σε υγρασία των τροφίμων και από τον συνολικό όγκο υγρών των παραπάνω κατηγοριών ^[17].

Τέλος, σε μια μελέτη υγιών ατόμων ^[73] χρησιμοποιήθηκαν 2 ερωτηματολόγια συχνότητας κατανάλωσης αφεψημάτων (BEVQ1 και BEVQ2- beverage questionnaires) μαζί με 1

ερωτηματολόγιο καταγραφής τροφίμων (FIR – food intake record) σε συνδυασμό με μετρήσεις ουροποιητικών δεικτών, για να ελεγχθεί η εγκυρότητα των BEVQ . Συσχετίστηκε λοιπόν το BEVQ1 με το FIR, το BEVQ2 με το BEVQ1 , καθώς και οι ουροποιητικοί δείκτες κάθε φορά με τις καταγραφές σε κάθε BEVQ. Τα αποτελέσματα δείχνανε ότι το ερωτηματολόγιο καταγραφής αφεψημάτων είναι μια αξιόπιστη, έγκυρη και εύκολα μετρήσιμη μέθοδος για αξιολόγηση της πρόσληψης υγρών των ενηλίκων ^[73].

Συνεπώς, η μέθοδος αυτή είναι ένα αρκετά χρήσιμο εργαλείο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αξιολόγηση των επιπέδων υδάτωσης των ατόμων που σε συνδυασμό με άλλες μεθόδους αξιολόγησης θα οδηγήσει στην έκβαση ενός ορθού αποτελέσματος.

Ωστόσο θα πρέπει τα ερωτηματολόγια να καταλαμβάνουν ένα μεγάλο εύρος αφεψημάτων και ποσοτήτων, καθώς και λεπτομέρειες σε ορισμένα αφεψήματα (π.χ. καφές : με κρέμα ή χωρίς), έτσι ώστε να είναι πιο εύκολη η καταγραφή από τα άτομα και να μην υποεκτιμώνται οι ανάγκες τους ^[73].

1.16.8 Ειδικό βάρος και ροή σάλιου

Το ειδικό βάρος σάλιου είναι ελαφρώς υψηλότερο από το ειδικό βάρος καθαρού νερού. Σε αφυδάτωση >2% μείωσης σωματικού βάρους σε υγρά, το ειδικό βάρος σάλιου αυξάνεται και η μείωση της ροής σιέλου είναι εμφανής ^[10]. Όσον αφορά την τελευταία, υπάρχει σημαντική μεταβλητότητα στην απόκριση ^[10,13]. Σημαντική μείωση στη ροή σάλιου βρέθηκε σε αφυδάτωση 2-3% μείωσης του σωματικού βάρους, σε 24-ωρη στέρηση ύδατος ^[13]. Η ωσμωτικότητα του σάλιου αυξάνει κατά τη διάρκεια άσκησης σε ζέστη και συνοδεύεται από μέτρια αφυδάτωση (2,9% μείωση σωματικού βάρους) ^[13].

Μέρος Β

2.1 Πειραματική Διαδικασία

2.2 Σκοπός:

Σκοπός της συγκεκριμένης μελέτης ήταν να αξιολογήσει τα επίπεδα υδάτωσης σε ένα σύνολο ατόμων – εθελοντών, σύμφωνα με την ημερήσια πρόσληψη νερού και με τρεις δείκτες

υδάτωσης: το χρώμα των ούρων, την ωσμωτικότητα και το ειδικό βάρος. Η ημερήσια πρόσληψη νερού προέκυψε από ερωτηματολόγιο συχνότητας κατανάλωσης .

Η μελέτη έγινε στα πλαίσια της μελέτης ΑΤΤΙΚΗ και το δείγμα που συλλέχθηκε ήταν επαρκές για την έκβαση ορθού αποτελέσματος.

2.3 Μεθοδολογία

Για τη μελέτη χρησιμοποιήθηκαν 227 εθελοντές της μελέτης ΑΤΤΙΚΗ (141 άνδρες και 86 γυναίκες). Γινότανε συλλογή των πρώτων πρωινών τους ούρων. Στη συνέχεια, τα δείγματα μεταφέρονταν στο εργαστήριο του Χαροκοπείου Πανεπιστημίου για αναλύσεις. Οι αναλύσεις των δειγμάτων περιελάμβαναν τη ανάλυση χρώματος, ωσμωτικότητας και ειδικού βάρους των ούρων. Σε όσα δείγματα δεν πραγματοποιούνταν αναλύσεις τη συγκεκριμένη μέρα, αποθηκεύονταν σε ειδικά δοχεία (ependorfs) και καταψύχονταν στους -40 °C.

Η ανάλυση έγινε με το στατιστικό πρόγραμμα SPSS 18.

2.3.1 Μέτρηση χρώματος ούρων

Για τη μέτρηση του χρώματος ούρων, τοποθετούταν σε γυάλινο δοκιμαστικό σωλήνα χωρητικότητας ≈20ml, 15ml δείγματος. Στη συνέχεια τοποθετούσαμε το σωλήνα με το δείγμα σε ένα θάλαμο με λευκό φως σε μικρή απόσταση από ένα λευκό φόντο. Χρησιμοποιώντας την οκταβάθμια κλίμακα του Armstrong αντιστοιχίζαμε το χρώμα δείγματος ούρων που βλέπαμε στο γυάλινο σωλήνα με το χρώμα της κλίμακας που ταιριάζει.

Χρώματα ούρων που αντιστοιχούσαν σε ένδειξη 1, 2 και 3 αντικατοπτρίζανε καλή ενυδάτωση του ατόμου, ένδειξη 4,5 και 6 θεωρούνταν ήπια αφυδάτωση, ενώ ένδειξη 7,8 σοβαρή αφυδάτωση.



Εικόνα 4: Χρωματική κλίμακα Armstrong

2.3.2 Μέτρηση ωσμωτικότητας ούρων

Η μέτρηση της ωσμωτικότητας των ούρων πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο κατάπτωσης στο σημείο κατάψυξης (Freezing Point Depression) με τη χρήση ενός οσμόμετρου (3D3 Advanced Osmometer, Advanced Instruments Inc, Norwood, MA, USA). Η συγκεκριμένη μέτρηση απαιτεί εξειδικευμένο προσωπικό.



Εικόνα 5: Οσμόμετρο

Αρχικά, πριν ξεκινήσουν οι μετρήσεις, γινόταν βαθμονόμηση του μηχανήματος (calibration) με πρότυπα διαλύματα γνωστής περιεκτικότητας (100, 290 και 1500 mOsm) για τον έλεγχο της ορθής λειτουργίας του. Στη συνέχεια, γινόταν ανάδευση του δείγματος ούρων, που βρισκόταν στα βαθμονομημένα πλαστικά δοχεία. Παραλαμβάναμε 250 μ l από το αναδυόμενο δείγμα και τα τοποθετήσαμε στο οσμόμετρο. Για κάθε δείγμα πραγματοποιούσαμε διπλή μέτρηση και εάν η απόκλιση ήταν μεγάλη (>4 mOsm/kg H_2O) τότε γινότανε και τρίτη μέτρηση. Στην τελευταία περίπτωση η τιμή που καταγράφονταν στο βιβλίο μετρήσεων, ήταν ο μέσος όρος που προέκυπτε από τις τιμές που είχανε τη μικρότερη απόκλιση μεταξύ τους.

Η ωσμωτικότητα των ούρων αναφέρεται στην ποσότητα της διαλυμένης ουσίας που εμπεριέχεται στα ούρα. Τιμές ωσμωτικότητας >700 mOsm/kg H_2O , σύμφωνα με το ACSM, δείχνουν πιθανή αφυδάτωση του ατόμου.

2.3.3 Μέτρηση ειδικού βάρους ούρων (USG)

Για τη μέτρηση του ειδικού βάρους του δείγματος ούρων χρησιμοποιήσαμε ένα ειδικό φορητό όργανο, το διαθλασίμετρο χειρός.



Εικόνα 6: Διαθλασίμετρο

Οι τιμές του οργάνου περιορίζονται σε ένα εύρος τιμών 1,000 – 1,060. Αρχικά τοποθετούσαμε στη γυάλινη πλάκα του διαθλασίμετρου μια σταγόνα απιονισμένου νερού, κλείναμε το καπάκι και διαβάσαμε την ένδειξη. Για το νερό αναμέναμε η ένδειξη να είναι 1,000. Αν συνέβαινε αυτό τότε γνωρίζαμε ότι το όργανο λειτουργούσε σωστά και συνεχίζαμε την ίδια διαδικασία για τα δείγματα ούρων.

Αφού αναδεύαμε το δείγμα, τοποθετούσαμε μια σταγόνα δείγματος ούρων στη γυάλινη πλάκα και διαβάσαμε την αναγραφόμενη ένδειξη.

Η μέτρηση αυτή αναφέρεται στην πυκνότητα (μάζα ανά όγκο) του δείγματος σε σύγκριση με αυτή του καθαρού νερού. Αναμέναμε όλες οι μετρήσεις να είναι πάνω από αυτή την τιμή. Σύμφωνα με το ACSM, τιμές USG >1,020 υποδεικνύουν αφυδάτωση του ατόμου.

2.3.4 Ερωτηματολόγια συχνότητας κατανάλωσης (FFQ)

Τα ερωτηματολόγια συχνότητας κατανάλωσης που χρησιμοποιήθηκαν για την αξιολόγηση της υδάτωσης των εθελοντών ήταν σχεδιασμένα για τη μελέτη ΑΤΤΙΚΗ. Το κάθε ερωτηματολόγιο περιελάμβανε ερωτήσεις για τη συχνότητα κατανάλωσης νερού, άλλων ροφημάτων (τσάι, καφές, σοκολάτα, γάλα, αναψυκτικά, αλκοολούχα ποτά, χυμοί φρούτων). Επίσης περιελάμβανε και ερωτήσεις για συχνότητα κατανάλωσης στερεών τροφίμων, τα οποία όμως δεν υπολογίστηκαν στη συγκεκριμένη μελέτη. Για κάθε υγρό αναγραφόταν η ποσότητα που καταναλωνόταν, ενώ για το νερό οι ερωτήσεις ήταν πιο διεξοδικές. Οι ερωτήσεις αφορούσαν την καταναλισκόμενη ποσότητα νερού σε διάφορα στάδια της ημέρας, και αναγραφόταν η ποσότητα. Τέλος, συνυπολογιζόταν συνολικά ο όγκος του νερού που καταλάωνε ο κάθε εθελοντής μέσα στην ημέρα.

2.4 Αποτελέσματα

2.4.1 Περιγραφικά χαρακτηριστικά και δείκτες υδάτωσης δείγματος

Το δείγμα αποτελούνταν από 227 εθελοντές εκ των οποίων οι άνδρες ήταν 141 και οι γυναίκες 86. Ο μέσος όρος ηλικίας για το αντίστοιχο δείγμα ήταν 53 ± 10 ετών, για το ύψος ήταν 170 ± 10 cm και για το βάρος $83,6 \pm 18,5$ kg.

Πίνακας 10: Περιγραφικά χαρακτηριστικά δεικτών υδάτωσης δείγματος

N= 227	Μέσος όρος	Τυπική απόκλιση
Ηλικία	53	10
Ύψος (cm)	170	10
Βάρος	83,6	18,5
Χρώμα ούρων	2,8	1,1
USG	1,018	0,006
Ωσμωτικότητα (mOsm/kg)	650,5	224,6
Νερό (ml/ ημέρα)	1507	704

Από τη στατιστική ανάλυση προέκυψε πως ο μέσος όρος χρώματος ούρων ήταν $2,8 \pm 1,1$, για το USG ήταν $1,018 \pm 0,006$, για την ωσμωτικότητα ήταν $650,5 \pm 224,6$ mOsm/kg, για την κατανάλωση νερού ήταν 1507 ± 704 ml ανά ημέρα

2.4.2 Περιγραφικά χαρακτηριστικά και δείκτες υδάτωσης για κάθε φύλο ξεχωριστά

Άνδρες

Ο συνολικός αριθμός των ανδρών εθελοντών ήταν 141. Ο μέσος όρος ηλικίας τους ήταν 53 ± 10 ετών. Ο μέσος όρος ύψους ήταν 175 ± 6 cm, ενώ ο μέσος όρος βάρους ήταν $88,9 \pm 12,5$ kg.

Πίνακας 11: Περιγραφικά χαρακτηριστικά δεικτών υδάτωσης ανδρών

N= 141	Μέσος όρος	Τυπική απόκλιση
Ηλικία	53	10
Ύψος (cm)	175	6

N= 141	Μέσος όρος	Τυπική απόκλιση
Βάρος	88,9	12,5
Χρώμα ούρων	2,9	1,0
USG	1,019	0,006
Ωσμωτικότητα (mOsm/kg)	679,5	214,7
Νερό (ml/ ημέρα)	1554	726

Από τη στατιστική ανάλυση βλέπουμε ότι ο μέσος όρος χρώματος ούρων του συνολικού αριθμού των ανδρών (N=141) ήταν $2,9 \pm 1$. Για το USG ο μέσος όρος ήταν $1,019 \pm 0,006$, για την ωσμωτικότητα $679,5 \pm 214,7$ mOsm/ kg. Οι άνδρες κατανάλωναν κατά μέσο όρο 1554 ± 726 ml νερό ανά ημέρα.

Γυναίκες

Ο συνολικός αριθμός των γυναικών εθελοντών ήταν 86. Ο μέσος όρος ηλικίας τους ήταν 53 ± 11 ετών, ο μέσος όρος ύψους ήταν 162 ± 10 cm, και ο μέσος όρος βάρους ήταν $74,7 \pm 22,9$ kg.

Πίνακας 12: Περιγραφικά χαρακτηριστικά δεικτών υδάτωσης γυναικών

N= 86	Μέσος όρος	Τυπική απόκλιση
Ηλικία	53	11
Ύψος (cm)	162	10
Βάρος	74,7	22,9
Χρώμα ούρων	2,7	1,2
USG	1,017	0,007
Ωσμωτικότητα (mOsm/kg)	602,3	233,6
Νερό (ml/ ημέρα)	1430	662

Από τη στατιστική ανάλυση προέκυψε ότι για το συνολικό αριθμό των γυναικών (N=85) ο μέσος όρος χρώματος ούρων ήταν $2,7 \pm 1,2$. Ο μέσος όρος USG ήταν $1,017 \pm 0,007$, ο μέσος όρος ωσμωτικότητας ήταν $602,3 \pm 233,6$ mOsm/ kg. Οι γυναίκες κατανάλωναν κατά μέσο όρο 1430 ± 662 ml νερό ανά ημέρα.

Στη συνέχεια κάναμε σύγκριση των τιμών των ουροποιητικών δεικτών υδάτωσης μεταξύ των δύο φύλων. Αφού πραγματοποιήσαμε τεστ κανονικότητας και ακολουθούνται η κανονική

κατανομή, πραγματοποιώντας το Independent Samples t-test είχαμε τα εξής αποτελέσματα που φαίνονται στον Πίνακα 13.

Πίνακας 13: Σύγκριση τιμών ουροποιητικών δεικτών υδάτωσης μεταξύ των δύο φύλων

Δείκτης υδάτωσης	Άνδρες (μέσος όρος $\pm$ τυπική απόκλιση)	Γυναίκες (μέσος όρος $\pm$ τυπική απόκλιση)
Χρώμα ούρων	2,9 $\pm$ 1	2,7 $\pm$ 1,2
USG	1,019 $\pm$ 0,006	1,017 $\pm$ 0,007
Ωσμωτικότητα (mOsm/kg)*	679,5 $\pm$ 214,7	602,3 $\pm$ 233,6

*p=0.012

Παρατηρήσαμε ότι η διαφορά στο χρώμα των ούρων μεταξύ ανδρών και γυναικών ήταν στατιστικά μη σημαντική ($p = 0.078 > 0.05$), δηλαδή οι τιμές του χρώματος ούρων μεταξύ των δύο φύλων δεν είχαν διαφορά. Το ίδιο παρατηρήσαμε και για τις τιμές USG μεταξύ των δύο φύλων ($p = 0.131 > 0.05$). Για την ωσμωτικότητα όμως βρήκαμε ότι οι τιμές μεταξύ ανδρών και γυναικών παρουσίαζαν διαφορά ($p = 0.012 < 0.05$, στατιστικά σημαντικό)

2.5 Συζήτηση

Στη συγκεκριμένη μελέτη παρατηρήσαμε ότι στο δείγμα μας ($N = 227$, άνδρες =141, γυναίκες =86) ο μέσος όρος χρώματος ούρων ήταν $2,8 \pm 1,1$, ο μέσος όρος για το USG ήταν $1,018 \pm 0,006$ και για την ωσμωτικότητα ήταν $650,5 \pm 224,6$ mOsm/kg. Αυτά αντικατοπτρίζονται από ημερήσια κατανάλωση 1507 ± 704 ml νερού κατά μέσο όρο.

Σύμφωνα με τη χρωματική κλίμακα του Armstrong, χρώματα ούρων που αντιστοιχούν σε ένδειξη 1, 2 και 3 αντικατοπτρίζουν καλά επίπεδα υδάτωσης του ατόμου, ένδειξη 4,5 και 6 θεωρείται ήπια αφυδάτωση, ενώ ένδειξη 7,8 σοβαρή αφυδάτωση. Λαμβάνοντας υπόψη μόνο το χρώμα των ούρων ως δείκτης αξιολόγησης υδάτωσης του δείγματός μας, παρατηρούμε ότι ο μέσος όρος του δείγματος ήταν καλά ενυδατωμένος.

Έχει προταθεί ότι το χρώμα των ούρων στις περισσότερες περιπτώσεις αντανακλά το επίπεδο της υδάτωσης του ατόμου και είναι μια μέθοδος η οποία χρησιμοποιείται συχνά από

αθλητές^[9,63]. Το χρώμα των ούρων σκουραίνει ή ανοίγει ανάλογα με τα επίπεδα όγκου ούρων που εκκρίνονται, δηλαδή αν είναι χαμηλά ή υψηλά αντίστοιχα, επειδή το διαλυμένο φορτίο είτε συμπυκνώνεται, είτε αραιώνεται αντίστοιχα^[13]. Σύμφωνα με το NATA (National Athletic Trainers' Association) αφυδάτωση της τάξης 1-3% μείωσης του σωματικού βάρους σχετίζεται με αχυροκίτρινο χρώμα ούρων^[76,78]. Όμως το χρώμα των ούρων από μόνο του δεν δείχνει ακριβή συσχέτιση της κατάστασης ενυδάτωσης, καθώς το χρώμα των ούρων μπορεί να επηρεαστεί από οξεία επανυδάτωση, διαιτητικούς παράγοντες, φάρμακα, βιταμίνες, από διάφορες ασθένειες, καθώς και από την άσκηση^[9,10,13,63]. Το χρώμα των ούρων είναι στενά συνδεδεμένο με τους υπόλοιπους ουροποιητικούς δείκτες και μας δίνει μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα για την κατάσταση υδάτωσης του ατόμου^[9,63].

Όπως προαναφέρθηκε, η ωσμωτικότητα των ούρων είναι η μέτρηση της συνολικής διαλυμένης ουσίας του περιεχομένου των ούρων και επηρεάζεται από όλα τα διαλυμένα σωματίδια σε έναν όγκο υγρού. Είναι μια μέτρηση πιο ακριβή από τις άλλες και απαιτεί ειδικό μηχάνημα και εξειδικευμένο προσωπικό. Ο μέσος όρος για την ωσμωτικότητα του δείγματός μας ήταν $650,5 \pm 224,6$ mOsm/kg.

Σύμφωνα με το ACSM τιμές ωσμωτικότητας <700 mOsm/kg των πρώτων πρωινών ούρων υποδεικνύουν καλή ενυδάτωση και τιμές >700 mOsm/kg υποδεικνύουν πιθανή αφυδάτωση^[7], ενώ σύμφωνα με τους Shirreffs και Maughan καλή ενυδάτωση αντικατοπτρίζεται με τιμές <900 mOsm/kg για τα πρώτα πρωινά ούρα και τιμές μεγαλύτερες από αυτές υποδεικνύουν πιθανή αφυδάτωση^[77]. Οι φυσιολογικές τιμές κυμαίνονται μεταξύ $50 - 1200$ mosm/kg, και έχουν θεωρητικό μέγιστο τα 1400 mOsm/kg περίπου^[10,13].

Ο Armstrong σε μελέτη που πραγματοποίησε^[63] παρατήρησε ότι το όριο για την ωσμωτικότητα πάνω από το οποίο τα άτομα ήταν αφυδατωμένα ήταν 1052 mOsm/kg. Επίσης, παρατήρησε ότι τιμές ωσμωτικότητας <442 mOsm/kg υποδεικνύουν καλή ενυδάτωση του ατόμου, και τιμές $442-1052$ mOsm/kg υποδεικνύουν ενυδάτωση ατόμου, ενώ τιμές > 1052 mOsm/kg υποδεικνύουν αφυδάτωση^[63]. Αν χρησιμοποιούσαμε όμως σαν κριτήριο για την κατάσταση υδάτωσης του δείγματός μας τις τιμές ωσμωτικότητας <1052 mOsm/kg ως ενυδάτωση ατόμου, δυστυχώς ένα μεγάλο μέρος του δείγματος θα βρισκόταν ψευδώς ενυδατωμένο.

Λαμβάνοντας υπόψη μόνο την τιμή ωσμωτικότητας ως δείκτης αξιολόγησης υδάτωσης του δείγματός μας, σύμφωνα με τον ACSM, παρατηρούμε ότι ο μέσος όρος του δείγματός μας ήταν καλά ενυδατωμένος, με κατανάλωση κατά μέσο όρο 1507 ± 704 ml νερό ανά ημέρα.

Η ωσμωτικότητα των ούρων είναι πιο ακριβής μέθοδος από το USG, καθώς δεν επηρεάζεται από διαλύτες όπως η πρωτεΐνη, η γλυκόζη και η ουρία ^[63]. Η ωσμωτικότητα συσχετίζεται ισχυρά με το USG ($r = 0.97$, $p < 0.05$). Η παρουσία των παραπάνω διαλυτών μπορεί να εξηγήσει γιατί κάποιοι δε συσχετίζουν ισχυρά τους δύο αυτούς ουροποιητικούς δείκτες ^[63].

Όσον αφορά το ειδικό βάρος ούρων (USG) αναφέρεται στην πυκνότητα (μάζα ανά όγκο) ενός δείγματος σε σύγκριση με το καθαρό νερό. Οποιοδήποτε υγρό είναι πυκνότερο από το νερό έχει ένα ειδικό βάρος μεγαλύτερο από το 1.000. ^[13,29]. Ο μέσος όρος USG του δείγματός μας ήταν $1,018 \pm 0,006$.

Σύμφωνα με το NATA τιμές USG $< 1,010$ αντανakλούν μια καλή κατάσταση ενυδάτωσης, ενώ τιμές $> 1,020$ υποδεικνύουν αφυδάτωση. Τιμές USG 1,010-1,020 παρατηρήθηκαν σε αφυδάτωση 1-3% μείωση του σωματικού βάρους σε νερό. Τιμές $> 1,030$ αντικατοπτρίζουν σοβαρή αφυδάτωση ^[76]. Το ACSM χρησιμοποιεί σαν όριο USG την τιμή $\leq 1,020$ πάνω από το οποίο το άτομο θεωρείται αφυδατωμένο ^[7].

Ο Porowski και οι συνεργάτες του ^[68] σε μελέτη σε άνδρες με καλή φυσική κατάσταση, υποβάλλοντάς τους σε έντονη άσκηση στη ζέστη, πραγματοποίησαν οξεία αφυδάτωση με μείωση 5% του σωματικού τους βάρους σε νερό. Στο σημείο αυτό η τιμή USG ήταν 1,021. Παρατήρησαν λοιπόν ότι τιμές USG μεταξύ 1,006- 1,020 μπορεί να υποδεικνύουν μια κατάσταση ενυδάτωσης. Όμως τα όρια που έχουν υποβληθεί από το NATA μπορεί να μη αναγνωρίσουν ένα μεγάλο αριθμό ατόμων που έχουν USG $< 1,020$ και είναι αφυδατωμένοι, ενώ όταν οι τιμές USG $> 1,020$ αναγνωρίζονται ορθώς τα αφυδατωμένα άτομα ^[68]. Ο Armstrong σε μελέτη που διεξήγαγε πρότεινε ότι για ένα ενυδατωμένο άτομο το USG δε θα πρέπει να ξεπερνά την τιμή 1,030 ^[63,78], δίνοντας ένα μεγάλο εύρος τιμών USG για τα ενυδατωμένα άτομα. Αν το συγκρίνουμε με τα όρια που έχουν υποβληθεί από το NATA παρατηρούμε ότι αυξάνεται ακόμα περισσότερο ο κίνδυνος να μην αναγνωρισθεί ένας μεγάλος αριθμός ατόμων με USG $< 1,030$ που είναι αφυδατωμένοι.

Έχοντας λοιπόν σαν κριτήριο ενυδάτωσης το όριο 1,020 για το USG σύμφωνα με το ACSM και NATA, και χρησιμοποιώντας μόνο το USG σαν δείκτη αξιολόγησης υδάτωσης, παρατηρούμε ότι ο μέσος όρος του δείγματός μας ήταν ενυδατωμένος, με κατανάλωση κατά μέσο όρο 1507 ± 704 ml νερό ανά ημέρα.

Στη μελέτη μας πραγματοποιήσαμε ακόμη σύγκριση τιμών των ουροποιητικών δεικτών μεταξύ ανδρών και γυναικών. Μεταξύ των δύο φύλων δεν υπήρχε διαφορά στις τιμές USG και χρώματος ούρων ($p > 0,05$ στατιστικά μη σημαντικό).

Ωστόσο ο Armstrong και οι συνεργάτες του στη μελέτη C^[68] μεταξύ ανδρών και γυναικών παρατήρησαν ότι το USG είχε διαφορά μεταξύ των δύο φύλων. Παίκτριες του τένις είχαν σημαντικά χαμηλότερο USG την πρώτη μέρα (μετά την άσκηση) και την τρίτη μέρα (πριν την άσκηση), γιατί σε κάθε περίπτωση διατήρησαν το συνολικό νερό σώματος πιο αποτελεσματικά από τους άνδρες συμπαίκτες τους. Η μελέτη μας όμως δεν περιελάμβανε αθλητές.

Σημαντική διαφορά στο δείγμα μας βρέθηκε μόνο για τις τιμές της ωσμωτικότητας μεταξύ των δύο φύλων ($p < 0,05$). Τα ούρα που χρησιμοποιήσαμε ήταν τα πρώτα πρωινά.

Παρόμοιο αποτέλεσμα βρέθηκε στη μελέτη της Perucca και των συνεργατών της^[80]. Στη συγκεκριμένη μελέτη όμως χρησιμοποιήθηκαν τα ούρα 24ώρου από άλλες μελέτες που είχε πραγματοποιήσει για διαφορετικό όμως σκοπό. Περιελάμβαναν λοιπόν υγιές δείγμα και ξεχωριστά υπήρχε το δείγμα με άτομα που έπασχαν από χρόνια νεφρική νόσο και από σακχαρώδη διαβήτη. Σε μια μόνο μελέτη βρέθηκε σημαντική διαφορά μεταξύ των τιμών ωσμωτικότητας ανδρών και γυναικών ($p < 0,05$)^[80].

Οι άνδρες έχουν μεγαλύτερη συγκεντρωτική ικανότητα ούρων και συνεπώς αποβάλλουν μεγαλύτερο ωσμωτικό φορτίο στα ούρα^[80]. Επίσης οι άνδρες καταναλώνουν μεγαλύτερη ποσότητα φαγητού από τις γυναίκες αυξάνοντας έτσι την ωσμωτικότητα των ούρων. Τέλος, η συγκεντρωτική ικανότητα των ούρων μειώνεται με την ηλικία και παρατηρείται μια μείωση της ωσμωτικότητας κατά $\sim 50 \text{ mOsm/kg}$ διατηρώντας και σημαντική διαφορά στο φύλο ανάλογα με την ηλικία ($p = 0.005$)^[80].

Συνοψίζοντας, χρησιμοποιώντας και τους τρεις δείκτες υδάτωσης για την αξιολόγηση κατάστασης υδάτωσης του δείγματός μας, παρατηρούμε ότι ο μέσος όρος δείγματος ήταν ενυδατωμένος. Αυτό φαίνεται και από την μέση κατανάλωση νερού του δείγματος μας, αν σκεφτούμε ότι το 80 % της συνολικής πρόσληψης νερού προέρχεται από πόσιμο νερό και αφεψήματα^[13]. Επίσης, αν λάβουμε υπόψη τις Ευρωπαϊκές συστάσεις παρατηρούμε ότι πληρούνται οι ημερήσιες ανάγκες σε υγρά, δεδομένου ότι η μέση τιμή κατανάλωσης που βρήκαμε αντιστοιχεί μόνο σε πόσιμο νερό. Η έκβαση του συμπεράσματός μας για την κατάσταση υδάτωσης του δείγματος, προήλθε λαμβάνοντας υπόψη τη χρωματική κλίμακα του

Armstrong και την αντιστοιχία του κάθε χρώματος με την κατάσταση υδάτωσης του ατόμου, καθώς και τις τιμές του ACSM για την ωσμωτικότητα των ούρων και τα όρια του ACSM και NATA για το USG ως τα πιο αξιόπιστα. Επιπλέον, παρατηρήσαμε μια στατιστικά σημαντική διαφορά στις τιμές ωσμωτικότητας μεταξύ ανδρών και γυναικών ($p < 0,05$), γεγονός που ισχύει για τα δύο φύλα στον πληθυσμό.



ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Stavros A. Kavouras, Costas A. Anastasiou, ***Water Physiology: Essentiality, metabolism, and health implications***, Nutrition Today, 2010, 45 (6), p. 27-32
- [2] M.H. Williams, ***Διατροφή, Υγεία, Ευρωστία & Αθλητική Απόδοση***, κεφ. 9
- [3] Lang F, Busch GL, Ritter M, Völkl H, Waldegger S, Gulbins E, Häussinger D, ***Functional significance of cell volume regulatory mechanisms***. Physiol. Rev. 1998.
- [4] Vander, ***Φυσιολογία του ανθρώπου***, 8^η έκδοση, Τόμος I, κεφ. 6
- [5] Lawrence E. Armstrong, ***Assessing Hydration Status: The Elusive Gold Standard***, 2007
- [6] Edelman and Leibman, ***Anatomy of Body Water and Electrolytes***, 1959
- [7] Michael N. Sawka, Louise M. Burke, E. Randy Eichner, Ronald J. Maughan, Scott J. Montain, Nina S. Stachenfeld, ***Exercise and Fluid Replacement***, American college of sports medicine , 2007
- [8] Arthur C. Guyton and John E. Hall , ***Textbook of Medical Physiology***, 11th edition, 2006
- [9] Stavros A. Kavouras, ***Assessing Hydration Status Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care***, 2002
- [10] EFSA, ***Scientific Opinion on Dietary Reference Values for Water***, *EFSA Journal*, 2010,
- [11] Brown AH. ***Survival without drinking water in the desert***. In: Adolph EF, editor. Physiology of man in the desert. New York: Interscience; 1947. pp. 271-279.
- [12] Leiter LA, Marliss EB. ***Survival during fasting may depend on fat as well as protein stores***. JAMA 1982; 248:2306-2307
- [13] Food and Nutrition Board, Institute of Medicine. ***Dietary reference intakes for Water, Potassium, Sodium, Chloride, and Sulfate***, Washington D. C. : National Academies Press, 2004

- [14] Shimamoto H, Komiya S. *The turnover of body water as an indicator of health*. J. Physiol. Anthropol. 19: 207–212, 2000.
- [15] Michael N. Sawka, Samuel N. Cheuvront, Robert Carter. *Human Water Needs*, June 2005: (II)S30–S39
- [16] Sheila M. Campbell, *Hydration Needs throughout the Lifespan*, Journal of the American College of Nutrition, Vol. 26, No. 5, 585S–587S (2007)
- [17] Erica Perrier, Sebastien Vergne, Alexis Klein, Marie Poupin, Pascale Rondeau, Laurent Le Bellego, Lawrence E. Armstrong, Florian Lang, Jodi Stookey and Ivan Tack, *Hydration biomarkers in free-living adults with different levels of habitual fluid consumption*, British Journal of Nutrition, page 1 of 10 : 2012
- [18] Barry M. Popkin , Kristen E. D’Anci , Irwin H. Rosenberg, *Water, hydration and health*. Published in final edited form as: Nutr Rev. 2010 August ; 68(8): 439–458.
- [19] Hoyt RW, Honig A. 1996. 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.
- [20] Feng J. He, Nirmala D. Markandu, Giuseppe A. Sagnella, Graham A. MacGregor, *Effect of Salt Intake on Renal Excretion of Water in Humans*, **Journal of American Heart Association**, 2001
- [21] IOM. 2002/2005. *Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids*. Washington, DC: The National Academies Press.
- [22] Joseph G. Verbalis, *Disorders of body water homeostasis*, Best Practice & Research Clinical Endocrinology & Metabolism Vol. 17, No. 4, pp. 471–503, 2003
- [23] Vander, *Φυσιολογία του ανθρώπου*, 8^η έκδοση, Τόμος II, κεφ. 16

- [24] F. Manz and A. Wentz, **24-h hydration status: parameters, epidemiology and recommendations**, European Journal of Clinical Nutrition (2003) 57, Suppl 2, S10–S18
- [25] Grandjean AC, Reimers KJ and Buyckx ME, 2003. **Hydration: issues for the 21st century**. Nutrition Reviews, 61, 261-271.
- [26] Kleiner M. Susan, **Water: An essential but overlooked nutrient**, review 1999
- [27] SM Shirreffs, **Markers of Hydration Status**, European Journal of Clinical Nutrition (2003) 57, Suppl 2, S6–S9.
- [28] Heinz Valtin, **Drink at least eight glasses of water a day. Really? Is there scientific evidence for '8x8' ?**, Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol, 2002, 283, p. 993-1004.
- [29] Armstrong E. Lawrence, **Hydration Assessment Techniques**, International Life Sciences Institute, June 2005: (II)S40–S54
- [30] Friedrich Manz, **Hydration in Children Review**, Journal of the American College of Nutrition, Vol. 26, No. 5, 562S–569S (2007)
- [31] Bouby. N and Fernandes S., **Mild dehydration, vasopressin and the kidney: animal and human studies**, European Journal of Clinical Nutrition (2003) 57, Suppl 2, S39–S46 & 2003 Nature Publishing Group
- [32] Kieran McKennan and Christopher Thompson, **Osmoregulation in Clinical Disorders of Thirst Appreciation**, Review , Clinical Endocrinology Volume 49, Issue 2, pages 139–152, August 1998
- [33] Jose de Leon, Cherian Verghese, Joseph I. Tracy, Richard C. Josiassen, and George M. Simpson, **Polydipsia and Water Intoxication in Psychiatric Patients: A Review of the Epidemiological Literature**, Society of Biological Psychiatry, 1994
- [33] Gutmann FD and Gardner JW, **Fatal Water intoxication of an Army trainee during urine drug testing**, May 2002 ;167(5):435-7.

- [34] Benton David, ***Dehydration Influences Mood and Cognition: A Plausible Hypothesis?***, Review Nutrients 2011
- [35] Patrick Ritz and Gilles Berrut, ***The Importance of Good Hydration for Day-to-Day Health***, June 2005: (II)S6–S13
- [36] Lawrence E. Armstrong, Matthew S. Ganio, Douglas J. Casa, Elaine C. Lee, Brendon P. McDermott, Jennifer F. Klau, Liliana Jimenez, Laurent Le Bellego, Emmanuel Chevillotte, and Harris R. Lieberman, ***Mild Dehydration Affects Mood in Healthy Young Women***, The Journal of Nutrition Ingestive Behavior and Neurosciences,:142: 382–388, 2012
- [37] Ann C. Grandjean and Nicole R. Grandjean , ***Dehydration and Cognitive Performance***, Journal of the American College of Nutrition, Vol. 26, No. 5, 549S–554S (2007) Published by the American College of Nutrition
- [38] Secher M and Ritz P., ***Hydration and Cognitive Performance*** , The Journal of Nutrition, Health & Aging© Volume 16, Number 4, 2012
- [39] Wilson and Morley, ***Impaired cognitive function and mental performance in mild dehydration***, European Journal of Clinical Nutrition (2003) 57, Suppl 2, S24–S29
- [40] Matthew S. Ganio, Lawrence E. Armstrong, Douglas J. Casa, Brendon P. McDermott, Elaine C. Lee, Linda M. Yamamoto, Stefania Marzano, Rebecca M. Lopez, Liliana Jimenez, Laurent Le Bellego, Emmanuel Chevillotte and Harris R. Lieberman, ***Mild dehydration impairs cognitive performance and mood of men***, British Journal of Nutrition (2011), 106, 1535–1543
- [41] Julie A. Suhr, Jessica Hall, Stephen M. Patterson, Rebecca Tong Niinisto, ***The relation of hydration status to cognitive performance in healthy older adults***, International Journal of Psychophysiology 53 (2004) 121– 125
- [42] Friedrich Manz, ***Hydration and Disease***, Journal of the American College of Nutrition, Vol. 26, No. 5, 535S–541S (2007)
- [43] Arnaud MJ, ***Mild dehydration : A Risk Factor of Constipation?***, European Journal of Clinical Nutrition (2003) 57, Suppl 2, S88–S95

- [44] Friedrich Manz and Andreas Wentz, *The Importance of Good Hydration for the Prevention of Chronic Diseases*, International Life Sciences Institute June 2005: (II)S2–S5
- [45] Farhad Parivar, Roger K. Low, Marshall Stoller, *The Influence of Diet on Urinary Stone Disease*, The Journal of Urology, Vol. 155.432-440. February 1996
- [46] O. M. Embon, G. A. Rose , T. Rosenbaum, *Chronic Dehydration Stone Disease*, British Journal of Urology (1990), 66,351-362
- [47] Beetz R. *Mild dehydration: a risk factor of urinary tract infection?* European Journal of Clinical Nutrition (2003) 57, Suppl 2, S52–S58
- [48] Dominique S. Michaud, Donna Spiegelman, Steven K. Clinton, Eric B. Rimm, Gary C. Curhan, Walter C. Willet, Edward L. Giovannucci, *Fluid Intake and the Risk of Bladder Cancer in Men*, The New England Journal of Medicine, 1999;340:1390-7
- [49] Jackilen Shannon, Emily White, Ann L. Shattuck, John D. Potter, *Relationship of food groups and water intake to colon cancer risk*, Cancer Epidemiol Biomarkers Prev 1996;5:495-502
- [50] Donat Machele S. *Fluid Intake and the Risk of Tumor Recurrence in Patients with Superficial Bladder Cancer*, The journal of Urology in U.S.A. Vol. 170, 1777–1780, November 2003
- [51] De Roos AJ, Ward MH, Lynch CF, Cantor KP, *Nitrate in public water supplies and the risk of colon and rectum cancers*, Epidemiology 2003 Nov;14(6):640-9
- [52] A. Altieri¹, C. La Vecchia and E. Negri, *Fluid intake and risk of bladder and other cancers*, European Journal of Clinical Nutrition (2003) 57, Suppl 2, S59–S68
- [53] Jacqueline Chan, Synnove F. Knutsen, Glen G. Blix, Jerry W. Lee, and Gary E. Fraser, *Water, Other Fluids, and Fatal Coronary Heart Disease: The Adventist Health Study*, American Journal of Epidemiology Copyright © 2002 Vol. 155, No. 9

- [54] AJ Smith and L. Shaw, ***Mild dehydration: a risk factor for dental disease?***, European Journal of Clinical Nutrition (2003) 57, Suppl 2, S75–S80
- [55] Ildiko H. Koves, Jocelyn Neutze, Susan Donath, Waren Lee, George A. Werther, ***The Accuracy of Clinical Assessment of Dehydration During Diabetic Ketoacidosis in Childhood***, 2004 by the American Diabetes Association
- [56] C. D. Inward, T. L. Chambers, ***Fluid management in diabetic ketoacidosis***, Arch Dis Child 2002;86:443–445
- [57] Serguei O. Fetissov, ***Hypovolemia-induced obesity and diabetes***, Metabolism Clinical and Experimental 58 (2009) 1678–1679
- [58] Goulet DB Eric, ***Dehydration and endurance performance in competitive athletes***, 2012 International Life Sciences Institute
- [59] R. J. Maughan, S. M. Shirreffs, ***Dehydration and rehydration in competitive sport***, Scand J Med Sci Sports 2010; 20 (Suppl. 3): 40–47
- [60] Maughan RJ, ***Impact of mild dehydration on wellness and on exercise performance***, European Journal of Clinical Nutrition (2003) 57, Suppl 2, S19–S23
- [61] R.J. Maughan, S.M. Shirreffs, and P. Watson, ***Exercise, Heat, Hydration and the Brain***, Journal of the American College of Nutrition, Vol. 26, No. 5, 604S–612S (2007)
- [62] Michael N. Sawka and Scott J. Montain, ***Fluid and electrolyte supplementation for exercise heat stress***, Am J. Clin Nutr 2000;72(suppl):564S–72S
- [63] Armstrong LE, Maresh CM, Castellani JW, Bergeron MF, Kenefick RW, LaGasse KE, Riebe D, ***Urinary Indices of Hydration Status***, International Journal of Sport Nutrition: 1994, 4, 265-279

- [64] Michel Y. Jaffrin, Hélène Morel, ***Body fluid volumes measurements by impedance: A review of bioimpedance spectroscopy (BIS) and bioimpedance analysis (BIA) methods***, Medical Engineering & Physics 30 (2008) 1257–1269
- [65] M.H. Williams, ***Διατροφή, Υγεία, Ευρωστία & Αθλητική Απόδοση***, κεφ. 10
- [66] Borghi L, Meschi T, Amato F, Briganti A, Novarini A, Giannini A. ***Urinary volume, water and recurrence in idiopathic calcium nephrolithiasis: a 5-year randomized prospective study***. J Urol. 1996;155:839–843
- [67] Michaud DS, Spiegelman D, Clinton SK, Rimm EB, Curhan GC, Willett WC, Giovannucci EL. ***Fluid intake and the risk of bladder cancer in men***. N Engl J Med 340:1390–1397, 1999
- [68] Lerou A. Popowski, Robert A. Oppliger, G. Patrick Lambert, Ralph F. Johnson, Alan Kim Johnson, and Carl V. Gisolfi, ***Blood and urinary measures of hydration status during progressive acute dehydration***, 2001 by the American College of Sports Medicine
- [69] Ajay Bhalla, Suki Sankaralingam, Ruth Dundas, R. Swaminathan, Charles D. A. Wolfe and Anthony G. Rudd, ***Influence of Raised Plasma Osmolality on Clinical Outcome After Acute Stroke***, American Heart Association, 2000;31:2043-2048
- [70] Gustavo J. Rodriguez Z Steve M. Cordina Z Gabriela Vazquez Z M. Fareed K. Suri Z Jawad F. Kirmani Z Mustapha A. Ezzeddine Z Adnan I. Qureshi, ***The Hydration Influence on the Risk of Stroke (THIRST) Study***, Neurocrit Care (2009) 10:187–194
- [71] G.A. Ribeiro, L.O.C. Rodrigues, M.C.V. Moreira, E. Silami-Garcia, M.R.S. Pascoa and F.F.O. Camargos, ***Thermoregulation in hypertensive men exercising in the heat with water ingestion***, Brazilian Journal of Medical and Biological Research (2004) 37: 409-417
- [72] Marco H. Blanker, Roos M. D. Bernsen, J. L. H. Ruud Bosch, Siep Thomas, Frans P. M. J. Groeneveld, Ad Prins and Arthur M. Bohnen, ***Normal Values and Determinants of Circadian Urine Production in Older Men: A population based study***, The Journal Of Urology, Vol. 168, 1453–1457, October 2002

- [73] Valisa E. Hedrick, Dana L. Comber, Paul A. Estabrooks, Jyoti Savla, Brenda M. Davy, ***The Beverage Intake Questionnaire: Determining Initial Validity and Reliability***, Journal of the American Dietetic Association, 2010
- [74] Teresa A. Marshall, Julie M. Eichenberger Gilmore, Barbara Broffitt, Steven M. Levy, Phyllis J. Stumbo, ***Relative validation of a beverage frequency questionnaire in children ages 6 months through 5 years using 3-day food and beverage diaries***, Journal of the American Dietetic Association, 2003
- [75] Gary C. Curhan, Walter C. Willett, Eric B. Rimm, Donna Spiegelman and Meir J. Stampfer, ***Prospective Study of Beverage Use and the Risk of Kidney Stones***, American Journal of Epidemiology Vol. 143, No. 3 , 1996
- [76] Douglas J. Casa, Lawrence E. Armstrong, Scott J. Montain, Brent S.E. Rich, Jennifer A. Stone, ***National Athletic Trainers' Association Position Statement: Fluid Replacement for Athletes***, Journal of Athletic Training 2000;35(2):212-224
- [77] Shirreffs SM, Maughan RJ., ***Urine osmolality and conductivity as indices of hydration status in athletes in the heat***, Med Sci Sports Exerc. 1998 Nov;30(11):1598-602.
- [78] Robert A. Oppliger, Scott A. Magnes, LeRoy A. Popowski, and Carl V. Gisolfi, ***Accuracy of Urine Specific Gravity and Osmolality as Indicators of Hydration Status***, International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism, 2005, **15**, 236-251
- [79] Armstrong, L.E., J.A.H. Soto, F.T. Hacker, D.J. Casa, S.A. Kavouras, and C.M. Maresh. ***Urinary indices during dehydration, exercise, and rehydration***. *Int. J. Sport Nutr.* 8: 345-355, 1998
- [80] Julie Perucca,¹ Nadine Bouby,¹ Pierre Valeix,² and Lise Bankir, ***Sex difference in urine concentration across differing ages, sodium intake, and level of kidney disease***, *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 292: R700–R705, 2007.
- [81] Suhr JA, Hall J, Patterson SM, Niinistö RT , ***The relation of hydration status to cognitive performance in healthy older adults***. *Int J. Psychophysiol* 53(2):121-5, 2004