



ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ & ΔΙΑΙΤΟΛΟΓΙΑΣ

Πτυχιακή Εργασία

«Διαθεσιμότητα υγρών και η επίδραση τους στον ανθρώπινο οργανισμό και στην αθλητική απόδοση».

Τσιώλης Αθανάσιος ΑΜ:2698

Μέρμηγκας Χρήστος ΑΜ: 2498

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

Βενιαμάκης Ελευθέριος (επιβλέπων)

Μαράκη Μαρία

Σφακιανάκη Ειρήνη

ΣΗΤΕΙΑ, «Σεπτέμβριος» «2022»



HELLENIC MEDITERRANEAN UNIVERSITY
SCHOOL OF HEALTH SCIENCES
DEPARTMENT OF NUTRITION & DIETETICS SCIENCES

THESIS

for the Undergraduate Degree

«Fluid availability and their impact on human organism and athletic
performace»

«name & surname»

Tsiolis Athanasios YD:2698

Mermigkas Christos YD:2498

Three-member Examination Committee

Veniamakis Eleftherios(supervisor)

Maraki Maria

Sfakianaki Eirini

SITIA «May» «2023»

Υπεύθυνη Δήλωση Συγγραφέα:

Δηλώνω ρητά ότι, σύμφωνα με το άρθρο 8 του Ν. 1599/1986 και τα άρθρα 2,4,6 παρ. 3 του Ν. 1256/1982, η παρούσα εργασία αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής εργασίας και δεν προσβάλλει κάθε μορφής πνευματικά δικαιώματα τρίτων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι πηγές δε που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον.

Αποδέχομαι ότι η Βιβλιοθήκη μπορεί, χωρίς να αλλάξει το περιεχόμενο της εργασίας μου, να τη διαθέσει σε ηλεκτρονική μορφή μέσα από την ψηφιακή Βιβλιοθήκη της, να την αντιγράψει σε οποιοδήποτε μέσο ή/και σε οποιοδήποτε μορφότυπο, καθώς και να κρατά περισσότερα από ένα αντίγραφα για λόγους συντήρησης και ασφάλειας.

«Ευχαριστίες ή Αφιέρωση»

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε ιδιαίτερος τον κύριο Βενιαμάκη Ελευθέριο που υπήρξε ο καθηγητής μας και ο καθοδηγητής μας στο ταξίδι αυτό για την περάτωση της πτυχιακής μας εργασίας. Επίσης, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε όλους τους καθηγητές του τμήματος Επιστημών Διατροφής και Διαιτολογίας, του Μεσογειακού Πανεπιστημίου για τις γνώσεις που μας προσέφεραν όλα αυτά τα χρόνια. Τέλος, ιδιαίτερες ευχαριστίες στις οικογένειές μας και στους δικούς μας ανθρώπους, που μας στήριζαν και μας στηρίζουν σε κάθε μας βήμα.

Περίληψη

Ο ανθρώπινος οργανισμός αποτελείται από περίπου 70% νερό. Κατέχει εξαιρετικά σημαντικό ρόλο στη κυτταρική ομοιόσταση και ζωή, καθώς μπορεί και επηρεάζει μια πληθώρα λειτουργιών του ανθρώπινου οργανισμού. Μερικές από αυτές τις λειτουργίες είναι η ρύθμιση της θερμοκρασίας σώματος, η διευκόλυνση της πέψης των τροφών, η απομάκρυνση τοξικών ουσιών από το σώμα και ο μεταβολισμός του σωματικού λίπους. Είναι γνωστό ότι ο ανθρώπινος οργανισμός μπορεί να επιβιώσει λίγες μέρες χωρίς την κατανάλωση νερού. Αυτό το γεγονός από μόνο του, αποδεικνύει την ανάγκη κατανάλωσης υγρών για την βέλτιστη λειτουργία του οργανισμού και κατ' επέκταση την διατήρηση της ανθρώπινης ζωής. Γι' αυτό το λόγο, η κατανάλωση υγρών και συγκεκριμένα του νερού, έχει σημαντική επίδραση στους αθλούμενους καθώς, η αθλητική απόδοση σχετίζεται σημαντικά με τα επίπεδα ενυδάτωσης του οργανισμού. Η κατάλληλη ενυδάτωση πριν, μετά αλλά και κατά τη διάρκεια του αγώνα, ενισχύει την αθλητική απόδοση και μειώνει την ευαισθησία σε τραυματισμούς. Το αντικείμενο της παρούσας εργασίας αφορά τη διερεύνηση της σχέσης της κατανάλωσης νερού και της επίδρασής του στον ανθρώπινο οργανισμό αλλά και στην αθλητική απόδοση. Σκοπός λοιπόν της παρούσας εργασίας είναι η δημιουργία ενός δοκιμίου, το οποίο θα μπορεί να συμβουλευεται ο κάθε αθλούμενος, ώστε να μπορεί να λάβει απαντήσεις σε ερωτήματα όπως: 1) Πως αποφεύγει κάποιος την αφυδάτωση κατά τη διάρκεια του αγώνα; 2) Ποια είναι η κατάλληλη στρατηγική ενυδάτωσης; 3) Τι επίδραση έχει η υπερκατανάλωση νερού; 4) Πως γίνεται αντιληπτή η αφυδάτωση;

Για να δοθούν απαντήσεις στα παραπάνω ερωτήματα, πραγματοποιήθηκε βιβλιογραφική ανασκόπηση μελετών και άρθρων από έγκριτα επιστημονικά περιοδικά, όπως το PubMed και Scopus, με έτος δημοσίευσης από το 1990 έως το 2023. Αναζητήθηκαν οι πλέον πρόσφατες γνώσεις που συνδέουν την ενυδάτωση με τον αθλητισμό. Ως λέξεις-κλειδιά χρησιμοποιήθηκαν οι ακόλουθες, γραμμένες στην Αγγλική γλώσσα και αναλύθηκαν βάσει Ramalho et al (Ramalho *et al.*, 2015).

Λέξεις – Κλειδιά

Hydration, markers of hydration, sports performance, fluid balance, dehydration, fluid balance

Abstract

The subject of this thesis is the investigation of the relationship between water consumption and its effect on the human body and on sports performance. The human body consists of approximately 70% water. It has an extremely important role in human life as it can and does affect a multitude of functions of the human body. Some of these functions are regulating body temperature, facilitating the digestion of food, eliminating toxic substances from the body, and metabolizing body fat. It is known that the human body cannot survive more than a few days without drinking water. This fact itself proves the need to consume liquids for the optimal functioning of the body and by extension the preservation of human life. For this reason, the consumption of liquids, specifically water, has a significant effect on athletes, as sports performance is significantly related to the body's hydration levels. Also, adequate hydration before, after and during the competition enhances athletic performance and reduces susceptibility to injury. The purpose of the thesis is to create an essay that every athlete can consult in order to receive answers to questions such as: 1) How does one avoid dehydration during the race? 2) What is the appropriate hydration strategy? 3) What effect does overconsumption of water have? 4) How is dehydration perceived?

To provide these answers, research and bibliographies from 1990 to 2023 were collected from the scientific journals PubMed and Scopus. . The following words were used as keywords and were evaluated based on Ramalho et al (Ramalho *et al.*, 2015).

Keywords

Hydration, markers of hydration, sports performance, fluid balance, dehydration, fluid balance

Περιεχόμενα

Περίληψη	5
Abstract	7
Κατάλογος Εικόνων / Σχημάτων	11
Κατάλογος Πινάκων	12
Συνομογραφίες & Ακρωνύμια	13
Εισαγωγή	1
Κεφάλαιο 1: Η σημασία της πρόσληψης υγρών στον ανθρώπινο οργανισμό.....	5
1.1 Ο ρόλος των υγρών.....	5
1.1.1 Το νερό ως δομικό συστατικό, διαλύτης, μέσο αντίδρασης και ως προϊόν παραγωγής αντιδράσεων.....	5
1.1.2 Το νερό ως μεταφορέας	6
1.1.3 Το νερό ως θερμορυθμιστής, λιπαντικό και απορροφητικό μέσο	7
1.2 Η κατανομή του νερού στον ανθρώπινο οργανισμό.....	9
1.2.1 Ενδοκυττάριο και εξωκυττάριο νερό.....	10
1.3 Ανάγκες του ανθρώπινου οργανισμού σε νερό	10
1.3.1 Ανάγκες σε νερό	10
1.3.2 Ανάγκες σε νερό και φυσική δραστηριότητα	13
1.4 Συστάσεις κατανάλωσης νερού και διαιτητικοί παράγοντες.....	15
1.4.1 Διαιτητικοί παράγοντες που επηρεάζουν την πρόσληψη υγρών	16
1.4.2 Ορισμός Επαρκούς πρόσληψης (Adequate intake, AI) για συνολικά υγρά	17
1.5 Πηγές πρόσληψης και απώλειας υγρών (Υδατική ισορροπία).....	18
Κεφάλαιο 2: Ενυδάτωση/Αφυδάτωση και δείκτες αξιολόγησης.....	21
2.1 Δείκτες Ενυδάτωσης.....	21
2.1.1 Μεταβολές στο βάρος σώματος.....	21

2.1.2 Αιματολογικοί δείκτες	22
2.1.3 Δείκτες ουρίας.....	23
2.1.4 Ανάλυση Βιοηλεκτρικής Εμπέδησης.....	25
2.1.5 Πίεση αίματος, καρδιακός παλμός και ορθοστατική αντοχή	25
2.2 Ο μηχανισμός της δίψας	25
2.2.1 Μηχανισμός ενδοκυττάριας και εξωκυττάριας δίψας	27
2.3 Ιδανική μέθοδος αξιολόγησης ενυδάτωσης.....	28
2.4 Αφυδάτωση.....	31
2.5 Υπερενυδάτωση και οι επιπτώσεις της στον οργανισμό	32
2.5.3 Δηλητηρίαση από νερό	32
Κεφάλαιο 3: Η επίδραση των υγρών και των επιπέδων υδάτωσης στην αθλητική απόδοση	35
3.1 Ενυδάτωση και αφυδάτωση στην αθλητική απόδοση.....	35
3.2 Ιδρώτας και απώλεια ηλεκτρολυτών	37
3.3 Ενυδάτωση πριν, κατά τη διάρκεια και μετά την άσκηση.....	38
3.3.1 Ενυδάτωση πριν την άσκηση.....	38
3.3.2 Ενυδάτωση κατά τη διάρκεια της άσκησης.....	39
3.3.3 Ενυδάτωση μετά το πέρας της άσκησης.....	41
3.4 Πρακτικές στρατηγικές παρακολούθησης των επιπέδων υδάτωσης.....	42
Κεφάλαιο 4 : Υγρά και συστάσεις ενυδάτωσης σε διάφορα αθλήματα	43
4.1 Πρόσληψη υγρών σε αθλήματα αντοχής.....	43
4.2 Πρόσληψη υγρών σε ομαδικά αθλήματα.....	44
4.3 Πρόσληψη υγρών σε αθλήματα πάλης	45
ΣΥΖΗΤΗΣΗ	46
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	50

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ53

Κατάλογος Εικόνων / Σχημάτων

Σχήμα 1: Καθημερινή απώλεια ιδρώτα ανάλογα με το μεταβολικό ρυθμό και τη θερμοκρασία του αέρα.....	12
Σχήμα 2: Ημερήσιο ισοζύγιο νερού το οποίο περιλαμβάνει τις οδούς πρόσληψης και απώλειας του νερού στην καθημερινότητα.....	17
Σχήμα 3: Ο μηχανισμός της ενδοκυττάριας και εξωκυττάριας δίψας.....	26
Σχήμα 4: Υπολογισμός ρυθμού εφίδρωσης	39
Εικόνα 1 : Το ανθρώπινο σώμα αποτελείται από 70% νερό	1
Εικόνα 2: Κλίμακα Armstrong για την αξιολόγηση ενυδάτωσης βάσει του χρώματος των ούρων.....	23

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1: Μέσες τιμές απώλειας υγρών για αθλητές που συμμετέχουν σε διάφορα αθλήματα.

.....13

Πίνακας 2: Συστάσεις για την συνολική πρόσληψη υγρών στην επαρκή πρόσληψη (AI) ανά στάδιο ζωής, από της μελέτης NHANES III.....15

Πίνακας 3: Χαρακτηριστικά των μεθόδων αξιολόγησης της ενυδάτωσης.....27

Πίνακας 4: Οι κατηγορίες αφυδάτωσης, τα χαρακτηριστικά και οι πιθανές αιτίες αυτών.....31

Συντομογραφίες & Ακρωνύμια

ADH	Αντιδιουρητική ορμόνη	Anti-diuretic hormone
AI	Επαρκής πρόσληψη	Adequate intake
AVP	Αντιδιουρητική ορμόνη	Arginine Vasopressin
ECW	Εξωκυττάριο υγρό	Extracellular water
EFSA	Ευρωπαϊκή Αρχή για την Ασφάλεια των Τροφίμων	European Food Safety Authority
ICW	Ενδοκυττάριο υγρό	Intracellular water
TBW	Συνολικό νερό σώματος	Total Body Water
%BF	Σωματικό λίπος	%Body Fat
Posm	Ωσμωτικότητα πλάσματος	Plasma osmolality
Usg	Ειδική βαρύτητα ουρίας	Urine special gravity
BM	Μάζα σώματος	Body mass

Εισαγωγή

Το νερό αποτελεί ένα από τα κύρια θρεπτικά συστατικά για την ύπαρξη αλλά και τη διατήρηση της ζωής, καθώς είναι γνωστό ότι ο ανθρώπινος οργανισμός μπορεί να αντέξει περίπου 60-70 μέρες χωρίς τροφή, αλλά μόνο λίγες μέρες χωρίς την πρόσληψη υγρών (Carter III, et al., 2005; Kanouras, 2002). Στον άνθρωπο, το νερό είναι το κυρίαρχο στοιχείο του οργανισμού, καθώς αποτελεί περίπου το 70% του σωματικού βάρους (Carter III, et al., 2005), με τους ιστούς, τα κύτταρα, και τα συστήματα οργάνων να αποτελούνται ως επί το πλείστον από το συστατικό αυτό. Το νερό συνδέεται άμεσα με τη διατήρηση της καλής υγείας του ανθρώπου (Hall & Guyton, 2011), καθώς η συμβολή του είναι αξιοσημείωτη σε πλήθος σημαντικών λειτουργιών του οργανισμού, όπως στην διατήρηση της θερμοκρασίας του σώματος, στο μεταβολισμό του σωματικού λίπους, στην πέψη, στη μεταφορά θρεπτικών συστατικών, στην απομάκρυνση τοξικών ουσιών από το σώμα και στη μείωση των κραδασμών (Jequier & Constant, 2010).

Εικόνα 1 : Το ανθρώπινο σώμα αποτελείται από 70% νερό



Η υδάτινη ισορροπία στον ανθρώπινο οργανισμό αποτελεί έναν από τους θεμελιώδεις παράγοντες για τη βέλτιστη λειτουργία του οργανισμού (Carter III, et al., 2005), και οι υγιείς άνθρωποι οργανισμοί πετυχαίνουν τη ρύθμισή της, καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής τους, μέσω της βιολογικής ανάπτυξης και την έκθεση σε εξωτερικούς παράγοντες. Για τη διατήρηση λοιπόν, της υδάτινης ισορροπίας, το νερό που εισέρχεται στον ανθρώπινο οργανισμό, θα πρέπει να ισούται με το νερό που εξέρχεται από αυτόν (Rollo, et al., 2021). Η

απώλειά του μπορεί να πραγματοποιηθεί μέσω διαφόρων οδών, όπως οι νεφροί, το δέρμα, ακόμα και μέσω της αναπνευστικής λειτουργίας (Jequier & Constant, 2010).

Ένα άτομο χαρακτηρίζεται ενυδατωμένο όταν η κατάσταση των υγρών του επηρεάζει τις μεταβολές του σωματικού βάρους σε ποσοστό $\pm 1\%$, ενώ αφυδατωμένος είναι όταν οι αλλαγές στο πραγματικό σωματικό βάρος λόγω της κατάστασης των υγρών κυμαίνονται μεταξύ -1% έως -3% (Shirreffs, 2003; Wutich *et al.*, 2020). Μία καθημερινή πρόσληψη της ποσότητας των 3,7 λίτρων για τους άνδρες, και των 2,7 λίτρων για τις γυναίκες, φαίνεται να αρκεί για την καθημερινή ενυδάτωση. Παρόλα αυτά, η έντονη φυσική άσκηση, το στρες λόγω θερμότητας και η πολυπλοκότητα του κάθε αθλήματος, φαίνεται να μεταβάλλει τις παραπάνω τιμές, και μπορούν να εμφανιστούν περιστατικά Υπερευδάτωσης και Υπουδάτωσης (Shirreffs, 2003; Wutich *et al.*, 2020).

Ο όρος Υπερυδάτωση χρησιμοποιείται για να χαρακτηρίσει τη κατάσταση κατά την οποία ο οργανισμός βρίσκεται σε θετικό ισοζύγιο υγρών, ενώ η Υπουδάτωση είναι η κατάσταση κατά την οποία υπάρχει αρνητικό ισοζύγιο υγρών, λόγω απώλειας υγρών, ενώ και οι δύο περιπτώσεις παρουσιάζουν αρνητικές επιδράσεις. (Shirreffs, 2003). Όταν λοιπόν, η πρόσληψη υγρών είναι χαμηλότερη από την αναγκαία ή όταν αυξάνονται οι απώλειες υγρών, μπορούν να εμφανιστούν οξείες ή χρόνιες ελλείψεις υγρών, με αποτέλεσμα την εμφάνιση ανεπιθύμητων συμπτωμάτων, όπως η κούραση, η ατονία και οι πονοκέφαλοι (Armstrong, 2005; Armstrong, 2007; Sawka, *et al.*, 2007). Για την αποφυγή αυτών, είναι απαραίτητη η προσωπική προσπάθεια του ατόμου να διατηρεί την ενυδάτωσή του, με τη συνολική πρόσληψη νερού να αποτελείται από το πόσιμο νερό, τα αναψυκτικά, τα ροφήματα και το νερό που περιέχουν τα τρόφιμα.

Η εκτίμηση του επιπέδου ενυδάτωσης ενός ατόμου, γίνεται με την αξιολόγηση διαφόρων δεικτών όπως τις μεταβολές του σωματικού βάρους, τις μετρήσεις διάφορων βιοδεικτών αίματος (π.χ. συγκέντρωση αιμοσφαιρίνης και αιματοκρίτη, ωσμωτικότητα πλάσματος/ορού), αλλά και το συνολικό νερό σώματος (Total Body Water, TBW), το οποίο μετράται με τη μέθοδο της βιοηλεκτρικής εμπέδησης, κατά την οποία, μετράται η αντίσταση των ιστών και η μη-ωμική αντίσταση των μεμβρανών των κυττάρων, όταν το ανθρώπινο σώμα διαπερνάται με εναλλασσόμενο ρεύμα (Shirreffs, 2003). Τέλος, η αίσθηση της δίψας είναι ένας σχετικά εύχρηστος δείκτης, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί όταν δεν είναι

διαθέσιμοι οι παραπάνω δείκτες ή η μέθοδος βιοηλεκτρικής εμπέδησης, ή όταν δεν υπάρχει αρμόδιος για την εφαρμογή των τεχνικών αυτών (Armstrong, 2005).

Υποστηρίζεται ότι η μέτρηση της τιμής του TBW σε συνδυασμό με την μέτρηση της ωσμωτικότητας του πλάσματος, ίσως να αποτελεί ιδανική μέθοδο αξιολόγησης ενυδάτωσης, χαρακτηριζόμενη ως «Gold Standard μέθοδος» (μέθοδος αναφοράς). Ωστόσο υπάρχουν και αντικρουόμενες απόψεις από επιστήμονες που υποστηρίζουν ότι ο συνδυασμός των δυο αυτών τιμών, δεν τηρεί τα απαραίτητα κριτήρια για να αποτελέσει την ιδανική μέθοδο αξιολόγησης (Armstrong, 2007). Συνεπώς, υπάρχουν ακόμα διαφωνίες αλλά και απορίες σχετικά με την ύπαρξη μιας έγκυρης και ακριβής μεθόδου αξιολόγησης της ενυδάτωσης, που θα μπορεί να καλύπτει ένα ευρύ φάσμα περιπτώσεων και να τηρεί τα απαραίτητα κριτήρια, δηλαδή, να υπολογίζει τη συγκέντρωση και τον όγκο υγρών σε πραγματικό χρόνο, και να μην είναι επεμβατική (Armstrong, 2007).

Σε πιο ειδικό πλαίσιο, και όσον αφορά την ομάδα των αθλητών, το νερό και γενικά η κατανάλωση υγρών κατέχουν σημαντικό ρόλο στο πεδίο του αθλητισμού. Αυτό συμβαίνει διότι τα επίπεδα ενυδάτωσης του ατόμου έχουν σημαντική επίδραση στην αθλητική απόδοση του αθλούμενου (Sawka *et al.*, 2007a). Η επαρκής λοιπόν, πρόσληψη υγρών καθίσταται απαραίτητη για τους αθλητές σε κάθε περίοδο, δηλαδή κατά την διάρκεια της προετοιμασίας, των αγώνων, αλλά και με το πέρας της αγωνιστικής περιόδου (von Duvillard, *et al.*, 2008). Κατά τη διάρκεια οποιασδήποτε φυσικής δραστηριότητας υπάρχει παραγωγή και εμφάνιση ιδρώτα που σηματοδοτούν την απώλεια νερού και ηλεκτρολυτών όπως το νάτριο, το χλώριο, το κάλιο (Sawka, *et al.*, 2007). Για να αποφευχθεί η αφυδάτωση, είναι απαραίτητη η επαναπρόσληψη των χαμένων υγρών σε σύντομο χρονικό διάστημα σε ποσοστού της τάξης του 150% έτσι ώστε να επιτευχθεί πλήρως η αναπλήρωση των σωματικών υγρών και των ηλεκτρολυτών (Sawka, *et al.*, 2007; Shirreffs and Sawka, 2011).

Υψίστης σημασίας είναι επίσης η διατήρηση θετικού ισοζυγίου υγρών πριν οι αθλητές ξεκινήσουν την προπόνηση (Belval, *et al.*, 2019). Η κατάλληλη ενυδάτωση είτε στην προπόνηση είτε στον αγώνα θα ενισχύσει την απόδοση, θα εμποδίσει το θερμικό στρες, θα διατηρήσει την ένταση του όγκου πλάσματος σταθερή, θα εμποδίσει την κούραση αλλά και τραυματισμούς που σχετίζονται με έλλειψη υγρών και απώλεια ιδρώτα (Goulelt, 2018). Τέλος, η ενυδάτωση αποτελεί θεμελιώδες παράγοντα, τόσο για τη διατήρηση της υγείας όσο

και για την επίτευξη της βέλτιστης αθλητικής απόδοσης. Ωστόσο, η επίδραση της ενυδάτωσης στην αθλητική απόδοση φέρει ακόμη πολύπλευρες πτυχές, οι οποίες χρήζουν περαιτέρω διερεύνηση. Στόχος λοιπόν, της παρούσας ανασκόπησης, είναι η αναφορά και ανάλυση πρόσφατων επιστημονικών δεδομένων που σχετίζονται με τα επίπεδα υγρών και την επίδρασή τους στον ανθρώπινο οργανισμό, αλλά και στην αθλητική απόδοση.

Κεφάλαιο 1: Η σημασία της πρόσληψης υγρών στον ανθρώπινο οργανισμό

1.1 Ο ρόλος των υγρών

Το νερό αποτελεί το κύριο συστατικό του σώματος καθώς βρίσκεται σε πολύ μεγάλη αναλογία (περίπου 70%) μέσα στον ανθρώπινο οργανισμό, συνεισφέρει στην κυτταρική ομοιοστάση και κρίνεται απαραίτητο για την ίδια τη ζωή. Από αυτό αποτελούνται τα κύτταρα, οι ιστοί αλλά και τα όργανα του ανθρώπινου σώματος, ενώ παράλληλα κατέχει κύριο ρόλο τόσο στην υδρόλυση μακροθρεπτικών συστατικών, όσο και στην συνολική κυτταρική ρύθμιση και λειτουργία (Suh and Kavouras, 2019).

1.1.1 Το νερό ως δομικό συστατικό, διαλύτης, μέσο αντίδρασης και ως προϊόν παραγωγής αντιδράσεων

Το νερό αποτελεί πρωτίστως βασικό δομικό συστατικό κάθε κύτταρου του ανθρώπινου σώματος, διαφόρων ιστών και τμήματα αυτών και η λειτουργία του αυτή ορίζει τις σύγχρονες διατροφικές συστάσεις, με ισχυρό παράδειγμα να αποτελεί η αναπτυξιακή ηλικία, κατά την οποία οι ανάγκες σε νερό είναι υψηλότερες (Jéquier and Constant, 2011). Ακόμη, έχει την ιδιότητα να δρα ως καταλύτης αντιδράσεων, μεταφορέας ουσιών. Οι αλληλεπιδράσεις που συμβαίνουν στο ανθρώπινο σώμα με το νερό αποτελούν μία κινητήρια δύναμη για την βιομοριακή δομή των ουσιών αλλά και των λειτουργιών που λαμβάνουν μέρος σε αυτό. Επίσης το ίδιο το νερό καθίσταται υπεύθυνο για την αναδίπλωση των πρωτεϊνών και των νουκλεϊκών οξέων, το διαμοιρασμό διαλυτών διαμέσου των κυτταρικών μεμβρανών και τη σύνθεση των μεταβολιτών και διαφόρων ουσιών με βιομόρια (Brini *et al.*, 2017).

Πιο αναλυτικά, μία πολύ σημαντική ιδιότητά του νερού, είναι να δρα ως διαλύτης, δηλαδή να αποικοδομεί αρκετές ουσίες μέσα στο ανθρώπινο σώμα όπως για παράδειγμα ιοντικά σύμπλοκα, και ενώσεις όπως σάκχαρα και αμινοξέα (Ussinger, 1996). Αυτό επιτυγχάνεται λόγω της διαδραστικότητας των μορίων του νερού με αποτέλεσμα το νερό να

μειώνει τις ηλεκτροστατικές δυνάμεις μεταξύ δεσμών υδρογόνων και άλλων μορίων. Αυτή η δράση οδηγεί σε μια υψηλή διηλεκτρική σταθερά και σχηματίζει κύτταρα γύρω από ιόντα-διαλύτες που τους επιτρέπει να κινούνται ελεύθερα στο χώρο (Jéquier and Constant, 2011).

Τέλος, το νερό ως μακροθρεπτικό συστατικό, εμπλέκεται σε όλες τις υδρολυτικές αντιδράσεις, όπως για παράδειγμα στην υδρόλυση υδατανθράκων, πρωτεϊνών αλλά και λιπών. Επιπλέον, μπορεί να παραχθούν μόρια νερού μέσα στο ανθρώπινο σώμα από οξειδωτικές μεταβολικές αντιδράσεις προϊόντων που περιέχουν το υδρογόνο. Θεωρητικά, για ένα γραμμάριο γλυκόζης, παλμιτικού οξέος και πρωτεΐνης (αλβουμίνης), παράγονται αντίστοιχα 0.6, 1.12, 0.37ml νερού ενδογενώς ή για 100 θερμίδες ενέργειας, παράγονται 13, 15 και 9ml νερού (Jéquier and Constant, 2011).

1.1.2 Το νερό ως μεταφορέας

Το νερό παίζει καίριο ρόλο στην κυτταρική ομοιόσταση καθώς μεταφέρει θρεπτικά συστατικά στα κύτταρα και ταυτόχρονα απομακρύνει άχρηστες ουσίες από αυτά (Ussinger, 1996), με αποτέλεσμα να αποτελεί το μέσο με το οποίο γίνονται οι ανταλλαγές ουσιών μέσω των κυττάρων, μικρών αγγείων και υγρών στο ανθρώπινο σώμα (Grandjean & Campbell, 2004). Η κυτταρική ενυδάτωση μεταβάλλεται συνεχώς καθώς επηρεάζεται από την ωσμωτικότητα, των ορμονών και των θρεπτικών συστατικών αλλά και από το οξειδωτικό στρες, με τις αλλαγές αυτές να συμβαίνουν παρά τη δράση αρκετών μηχανισμών, που ρυθμίζουν την ένταση του κυτταρικού όγκου υγρών. Ωστόσο, αξίζει να αναφερθεί ότι οι μηχανισμοί αυτοί δεν είναι σχεδιασμένοι έτσι ώστε να διατηρούν τον όγκο των υγρών σε μία απόλυτη τιμή, αλλά δρουν ως πάροχοι εξασφαλίζοντας έτσι την υδατική κυτταρική ισορροπία, και μπορούν να ενεργοποιηθούν ακόμη όταν το σώμα βρίσκεται σε ηρεμία. Ο συνδυασμός των προαναφερόμενων πληροφοριών αιτιολογεί την διαφορά στην κυτταρική ενυδάτωση από άνθρωπο σε άνθρωπο. (Ussinger, 1996)

Πιο αναλυτικά, μικρές διαφοροποιήσεις της ενυδάτωσης των κυττάρων, όπως για παράδειγμα οι διαφορές στον όγκο, μπορούν να δράσουν ως ξεχωριστά σήματα για τον κυτταρικό μεταβολισμό αλλά και την γονιδιακή έκφραση (Ussinger, 1996). Συγκεκριμένα, το κύτταρο έχει το δικό του μηχανισμό για την προσαρμογή του στις διάφορες περιβαλλοντικές συνθήκες. Έτσι, οι ορμόνες και τα αμινοξέα σηματοδοτούν τους μηχανισμούς αυτούς,

αλλάζοντας τον κυτταρικό όγκο νερού και για το λόγο αυτό η κυτταρική ομοιόσταση δεν ερμηνεύεται απαραίτητα ως μία σταθερή κατάσταση αλλά ως μία αλληλεπίδραση γεγονότων που επιτρέπουν στο κύτταρο να ρυθμίζει αυτό τις λειτουργίες του. Η αλληλεπίδραση μεταξύ κυτταρικής λειτουργίας και κυτταρικής ενυδάτωσης έχει κυρίως ερευνηθεί σε κύτταρα του ήπατος, αλλά καθώς τα στοιχεία αυξάνονται, η αλληλεπίδραση αυτή φαίνεται να συμβαίνει και σε άλλους τύπους κυττάρων (Häussinger *et al.*, 1997).

Μία ακόμη γνωστή λειτουργία του νερού, είναι να διατηρεί την ένταση των τοιχωμάτων των αγγείων σταθερή και επιτρέπει την ομαλή κυκλοφορία του αίματος, γεγονός που είναι απαραίτητο για την σωστή και ομαλή λειτουργία των οργάνων του σώματος (Ritz *et al.*, 2005). Για το λόγο αυτό, η καλή λειτουργία του καρδιαγγειακού, του αναπνευστικού, και του αναπαραγωγικού συστήματος, αλλά κυρίως των νεφρών και του ήπατος, φαίνεται να εξαρτάται από τα επίπεδα ενυδάτωσης του οργανισμού (Ussinger, 1996), ενώ σε περιπτώσεις αφυδάτωσης, υπάρχει ακόμη και η πιθανότητα διακινδύνευσης της ζωής του ανθρώπου. (Szinnai *et al.*, 2005).

1.1.3 Το νερό ως θερμορρυθμιστής, λιπαντικό και απορροφητικό μέσο

Το νερό, καθώς έχει μεγάλη αντοχή στη θερμότητα, συνεισφέρει στη διατήρηση της θερμοκρασίας του σώματος, είτε σε θερμό είτε σε ψυχρό περιβάλλον, περιορίζοντας τις αλλαγές θερμοκρασίας όσο το δυνατόν περισσότερο. Επίσης, έχει μεγάλη δυνατότητα ατμοποίησης, γεγονός το οποίο βοηθάει στην απώλεια θερμότητας από το σώμα όταν αυτή ξεπεράσει το επιθυμητό εύρος (Montain, Latzka and Sawka, 1999). Αναλυτικότερα, τα επίπεδα ενυδάτωσης είναι κρίσιμα για την επεξεργασία της θερμοκρασίας του σώματος. Η απώλεια υγρών σώματος μέσω του ιδρώτα, αποτελεί έναν σημαντικό ψυκτικό μηχανισμό σε ζεστά κλίματα αλλά και κατά τη φυσική δραστηριότητα, κατά την οποία αυξάνεται η θερμοκρασία του σώματος. Η παραγωγή ιδρώτα εξαρτάται από την περιβαλλοντική θερμοκρασία, την υγρασία, τα επίπεδα φυσικής δραστηριότητας και τον τύπο ρουχισμού, ενώ οι απώλειες υγρών δια μέσω του δέρματος ποικίλουν από 0,3L/h σε περιπτώσεις καθιστικής ζωής και ανέρχονται έως και τα 2L/h σε καταστάσεις έντονης φυσικής δραστηριότητας, με αποτέλεσμα να αυξάνονται και οι απαιτήσεις σε υγρά από 2.5-3L/d έως και 6L/d σε ακραίες συνθήκες θερμοκρασίας αλλά και φυσικής δραστηριότητας (Sawka *et al.*, 1998; Sawka *et al.*, 2005).

Η εξάτμιση του ιδρώτα από το σώμα έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της θερμοκρασίας του δέρματος. Ωστόσο εάν οι απώλειες υγρών (ο ιδρώτας δηλαδή), δεν αναπληρωθούν με πρόσληψη υγρών, ειδικά σε καταστάσεις υψηλής έντασης φυσικής δραστηριότητας, τότε μπορεί να επικρατήσει μια κατάσταση υποενυδάτωσης με αυξομειώσεις στη θερμοκρασία σώματος. Η υποενυδάτωση από ιδρώτα προκαλεί απώλεια ηλεκτρολυτών, μείωση όγκου πλάσματος, καθώς επίσης μπορεί να προκαλέσει αυξημένη ωσμωτικότητα πλάσματος. Κατά την κατάσταση αυτή, οι απώλειες ιδρώτα καθίστανται ανεπαρκείς και παρατηρείται αύξηση της θερμοκρασίας του πυρήνα του σώματος. Αντιθέτως, όταν χορηγούνται υγρά, ο ιδρώτας παραμένει μία δραστική λύση για την αυξημένη θερμοκρασία σώματος.

Ακόμη, με επαναλαμβανόμενη έκθεση σε θερμό περιβάλλον, το σώμα προσαρμόζεται στο θερμικό στρες και ο καρδιακός παλμός επιστρέφει στο φυσιολογικό. Επιπλέον, τα επίπεδα νατρίου στο σώμα διατηρούνται στα ίδια επίπεδα και το ρίσκο εμφάνισης ασθένειας λόγω θερμικού στρες μειώνεται (Sawka et al., 2015). Ωστόσο, η αύξηση της πρόσληψης υγρών κατά την διαδικασία εγκλιματισμού σε θερμό περιβάλλον, δε θα μειώσει τον χρόνο που χρειάζεται το σώμα για να προσαρμοστεί σε αυτό, ενώ η ήπια αφυδάτωση πιθανόν, να αποτελέσει μία ανησυχία και σχετίζεται με αυξημένα επίπεδα κορτιζόλης, αυξημένη παραγωγή ιδρώτα και διαταραχή ηλεκτρολυτών (Popkin et al., 2010; Sawka et al., 2015).

Επιπρόσθετα, τα παιδιά και οι ηλικιωμένοι έχουν διαφορετικές αποκρίσεις στην θερμοκρασία περιβάλλοντος και διαφορετικούς θερμορυθμιστικούς μηχανισμούς από τους ενήλικες. Όσον αφορά τα παιδιά, αυτά μπορεί να είναι πιο ευάλωτα σε θερμική ασθένεια από τους ενήλικες, καθώς εκτίθενται περισσότερο στην ηλιακή ακτινοβολία λόγω της αναλογίας μάζας σώματος και επιφάνειας. Επιπλέον, παρατηρείται πως εμφανίζουν μικρότερη συχνότητα εφίδρωσης και προσαρμόζονται δυσκολότερα σε θερμά κλίματα (Rowland, 2008; Suh and Kanouras, 2019). Παρόλα αυτά, έχει παρατηρηθεί ότι τα παιδιά μπορούν να απομακρύνουν μεγαλύτερο ποσό θερμότητας μέσα από «ξηρή» απώλεια θερμότητας, δηλαδή με έλλειψη παραγόμενου ιδρώτα, κάτι το οποίο παρέχει έναν πλεονεκτικό ρόλο στη διατήρηση των υγρών κάτω από συνθήκες θερμικού στρες (Rowland, 2008).

Όσον αφορά τους ηλικιωμένους, ως απάντηση στο ψυχρό στρες, δηλαδή όταν εκτίθενται σε περιβάλλοντα ψυχρού κλίματος, εμφανίζουν βλάβες στο θερμορυθμιστικό τους σύστημα, καθώς τα υγρά σώματος παρακάμπτονται από το πλάσμα στα ενδοκυττάρια και εξωκυττάρια

τιμήματα (Van Someren, 2007; Thompson-Torgerson, Holowatz and Kenney, 2008). Επιπλέον, σε καταστάσεις θερμικού στρες, τα υγρά που χάνονται από τον ιδρώτα, οδηγούν σε μείωση των υγρών πλάσματος, και στη συγκεκριμένη ηλικιακή κατηγορία, είναι λιγότερο πιθανό να αναπληρωθούν, με αποτέλεσμα να οδηγούνται σε μειωμένο ιξώδες καθώς η αναπλήρωση των υγρών δεν επιτυγχάνεται. Επιπλέον, η φυσιολογική υποδιψία που χαρακτηρίζει αυτή την ηλικιακή ομάδα, μπορεί να επηρεαστεί και από νόσο του κεντρικού νευρικού συστήματος αλλά και από άνοια (Van Someren, 2007). Πιο συγκεκριμένα, ασθένειες αλλά και η μειωμένη φυσική δραστηριότητα, μπορούν να περιορίσουν περαιτέρω την πρόσληψη υγρών. Συνδυάζοντας λοιπόν την μειωμένη πρόσληψη υγρών και την αυξημένη ηλικία, παρατηρείται μία μείωση στα συνολικά υγρά του σώματος. Ακόμη, αξίζει να αναφερθεί ότι οι ηλικιωμένοι που εμφανίζουν νεφρικά προβλήματα, έχουν μη φυσιολογικές αποκρίσεις σε θερμικό αλλά και ψυχρό στρες (Van Someren, 2007; Thompson-Torgerson, Holowatz and Kenney, 2008). Συνοπτικά, όλοι οι παραπάνω παράγοντες επηρεάζουν την πρόσληψη υγρών στους ηλικιωμένους και αυξάνουν το ρίσκο υποενυδάτωσης και κατά επέκταση του ρίσκου αφυδάτωσης.

Τέλος, αξίζει να αναφερθεί και η λιπαντική ιδιότητα του νερού, καθώς λειτουργεί ως λιπαντικό υγρό για τις αρθρώσεις του ανθρώπινου σώματος, όπως επίσης διαθέτει και προστατευτικό ρόλο κατά τη διάρκεια εκκρίσεων διαφόρων οργάνων, όπως τους πνεύμονες, τον γαστρεντερικό σωλήνα αλλά και στην γεννητική/ουροποιητική οδό. Επιπλέον, δρα και ως μέσο απορρόφησης κραδασμών τόσο κατά τη διάρκεια του περπατήματος όσο και του τρεξίματος. Η λειτουργία αυτή του νερού καθίσταται σημαντική για τη προστασία του εγκεφάλου, της σπονδυλικής στήλης, αλλά και για τη προστασία του εμβρύου, το οποίο περιβάλλεται από αμνιακό υγρό (Jéquier and Constant, 2011).

1.2 Η κατανομή του νερού στον ανθρώπινο οργανισμό

Στη βρεφική ηλικία, η ποσότητα νερού στο εξωκυττάριο διαμέρισμα παρουσιάζεται μεγαλύτερη από το ενδοκυττάριο, συγκριτικά με παιδιά μεγαλύτερης ηλικίας (Sawka et al., 2005). Το ποσοστό νερού του ανθρώπινου σώματος ενός υγιούς ενήλικα, κυμαίνεται μεταξύ 45-70% (Kavouras, 2002). Σχετικά με τις διαφορές μεταξύ των δύο φύλων, στον γενικό πληθυσμό, ο μέσος όρος του συνολικού νερού σώματος στους άνδρες κυμαίνεται μεταξύ 35-

45 (L) λίτρα, ενώ στις γυναίκες κυμαίνεται μεταξύ 25-33 (L) λίτρα (Chumlea *et al.*, 1999). Ωστόσο, αυτή η ποσότητα του νερού στον ανθρώπινο οργανισμό ποικίλει ανάλογα με τη σύσταση του εκάστοτε σώματος (IOM, 2008). Επιπλέον, το ποσοστό του σωματικού βάρους που αναλογεί στο σωματικό λίπος επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό την συνολική περιεκτικότητα του ανθρώπινου σώματος σε νερό. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, όσο μεγαλύτερα είναι τα επίπεδα του σωματικού λίπους (%Body Fat, %BF), τόσο μικρότερο είναι το ποσοστό του σωματικού βάρους που αντιστοιχεί στο σωματικό νερό (Maughan, 2003). Για παράδειγμα, οι ισχυροί σωματικοί ιστοί περιέχουν νερό σε ποσοστό περίπου 75% της μάζας τους, σε αντίθεση με το λιπώδη ιστό που έχει μικρή περιεκτικότητα σε νερό.

1.2.1 Ενδοκυττάριο και εξωκυττάριο νερό

Το συνολικό νερό του σώματος κατανέμεται στο ενδοκυττάριο υγρό (Intracellular water, ICW) σε ποσοστό 65% και στο εξωκυττάριο υγρό (Extracellular water, ECW) σε ποσοστό 35%. Ένας μέσος άντρας με σωματικό βάρος 70kg υγιούς κατάστασης θα παρουσιάζει τιμή συνολικού νερού σώματος (TBW) περίπου 42 (L), από τα οποία τα περίπου 28(L) λίτρα είναι ενδοκυττάρια και τα περίπου 14 (L) λίτρα εξωκυττάρια, με τα περίπου 3.1 (L) λίτρα να ανήκουν στο πλάσμα (Wang, Hasan and Pikielny, 1999). Το πλάσμα αποτελείται κυρίως από νερό και σε λιγότερο ποσοστό από πρωτεΐνες και άλλα θρεπτικά συστατικά (Armstrong *et al.*, 2005; Sawka *et al.*, 2005; EFSA 2010). Ακόμη, τα εξωκυττάρια διαμερίσματα χωρίζονται περαιτέρω στον ενδιάμεσο χώρο, δηλαδή τον χώρο που βρίσκεται μεταξύ των κυττάρων και ανέρχεται σε ποσοστό περίπου τα $\frac{3}{4}$ αυτών (Sawka, Cheuvront and Iii, 2005), στο πλάσμα και στα αιμοφόρα αγγεία αποτελώντας το $\frac{1}{4}$ αυτών, και στα διάφορα διαμερίσματα του σώματος, όπως το εγκεφαλονωτιαίο υγρό (Arthur C. Guyton and John E. Hall, 2006).

1.3 Ανάγκες του ανθρώπινου οργανισμού σε νερό

1.3.1 Ανάγκες σε νερό

Οι φυσιολογικές ανάγκες σε νερό διαφέρουν κατά πολύ μεταξύ των οργανισμών, καθώς υπάρχει ένα πλήθος παραγόντων που τις επηρεάζει όπως ο μεταβολισμός, η διατροφή, το κλίμα και ο τύπος ρουχισμού (IOM, 2008). Οι ανάγκες λοιπόν σε υγρά δεν θα πρέπει να βασίζονται στις ελάχιστες τιμές πρόσληψης, καθώς το γεγονός αυτό μπορεί να οδηγήσει σε

έλλειμμα και πιθανή μείωση της απόδοσης του οργανισμού αλλά και γενικώς να έχει επιρροές στην υγεία. Το Ινστιτούτο της Φαρμακευτικής (Institute Of Medicine - IOM), ορίζει πως οι τιμές πρόσληψης υγρών θα πρέπει να καλύπτουν τα επαρκή επιθυμητά όρια, τα οποία έχουν θεσπιστεί μετά από πειραματικές μελέτες και φαίνεται να καλύπτουν τις αναγκαίες προσλήψεις σε υγρά για το μεγαλύτερο μέρος του υγιούς πληθυσμού. Επίσης, αξίζει να αναφερθεί ότι στις έρευνες αυτές έχουν συνυπολογιστεί και τα υγρά από την ισορροπία του νερού, το νερό από τις απώλειες και την αναπλήρωση καθώς και η ολική πρόσληψη υγρών από τη διατροφή και τα ροφήματα (Sawka, Cheuvront and Iii, 2005).

Κατά το στάδιο της βρεφικής ηλικίας, οι ανάγκες σε υγρά καλύπτονται κυρίως από το θηλασμό ή από το γάλα φόρμουλας (IOM, 2008), ενώ κατά την ανάπτυξη, απαιτούνται ακόμα παραπάνω υγρά τα οποία καλύπτονται από την κατανάλωση ροφημάτων και τροφών. Σε αυτό το στάδιο, το συνολικό νερό του σώματος ανά κιλό μάζας, είναι υψηλότερο στα βρέφη και με το πέρας της ηλικίας σταδιακά μειώνεται καθώς αναπτύσσονται οι μηχανισμοί εξισορρόπησης νερού στο σώμα. Μέχρι την εφηβική ηλικία, τα ερεθίσματα αυτά του οργανισμού όπως ο ιδρώτας, η δίψα, και η πείνα γίνονται όμοια με αυτά των ενηλίκων και καθοδηγούν τον οργανισμό για αναπλήρωση ή απώλεια υγρών (de Korte *et al.*, 2021a).

Οι μελέτες ισορροπίας υγρών λοιπόν έχουν αποδείξει πως οι καθημερινές ανάγκες σε υγρά αυξάνουν με την ηλικία από την βρεφική (0,6 λίτρα) μέχρι την παιδική ηλικία (1,7 λίτρα) (Goellner, Ziegler and Fomon, 1981; Fusch *et al.*, 1993). Για τους ενήλικες με καθιστικό τρόπο ζωής, οι καθημερινές ανάγκες σε νερό πλησιάζουν τα 2,5 λίτρα, και αυξάνει μέχρι τα 3,2 λίτρα εάν υπάρχει φυσική δραστηριότητα, ενώ σε ενήλικές που επιτελούν φυσικές δραστηριότητες μέσα στην ημέρα και έχουν πιο κουραστικό τρόπο ζωής, όπου επίσης ζουν σε θερμό περιβάλλον, οι ανάγκες μπορεί να φτάσουν έως και τα 6 λίτρα υγρών (Adolph, 2019).

Ένας συνδυασμός από μελέτες διακυμάνσεων υγρών από τους Leiper και συνεργάτες το 2001, και Raman και συνεργάτες το 2004, οι οποίες είχαν ως βάση μελέτης τα υγρά που αποβάλλονται και προσλαμβάνονται από τον οργανισμό, έδειξε ότι η διακύμανση είναι 3.3 λίτρα για άνδρες με καθιστική ζωή και 4.5 λίτρα για άνδρες με ενεργό τρόπο ζωής (Leiper *et al.*, 2001; Raman *et al.*, 2004). Πιο γενικά, έρευνες έχουν δείξει ότι τα πιο ενεργά δραστήρια άτομα χρειάζονται περίπου 0,5 λίτρα παραπάνω υγρών σε σχέση με άτομα που έχουν

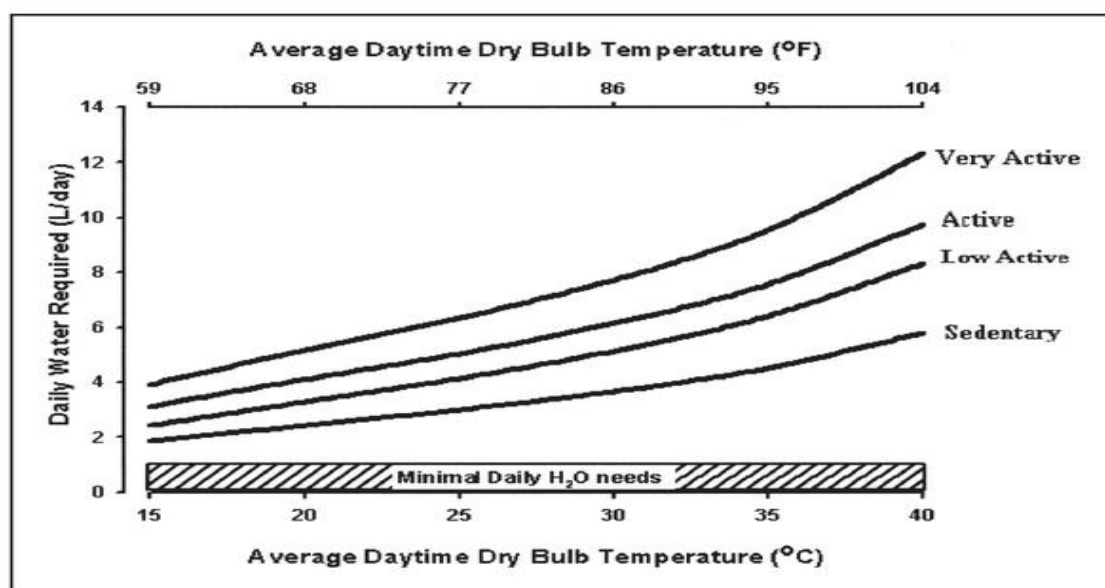
καθιστικό τρόπο ζωής (Food and Nutrition Board, 2004). Για πιο ενεργές ομάδες πληθυσμών, όπως για παράδειγμα σε πυροσβέστες κατά τη διάρκεια κατάσβεσης πυρκαγιάς οι τιμές αυτές πολλές φορές ξεπερνούν τα 6 λίτρα υγρών (Ruby *et al.*, 2002). Παρόλο που υπάρχουν μειωμένα στοιχεία για τον γυναικείο πληθυσμό, φαίνεται οι τιμές να κυμαίνονται σε χαμηλότερα επίπεδα (περίπου 0,5 με 1,0 λίτρο λιγότερα) απ' ότι στους άνδρες. Καθώς η ηλικία αυξάνει και για τα δύο φύλα, η φυσική δραστηριότητα μειώνεται και μαζί με αυτήν και η ικανότητα ρύθμισης υγρών λόγω της έκπτωσης της νεφρικής λειτουργίας, μειωμένης ικανότητας αραίωσης αλλά και της μειωμένης δίψας. Παρά τα γεγονότα αυτά, τα επίπεδα ενυδάτωσης συνεχίζουν να βρίσκονται στα επιθυμητά επίπεδα καθ' όλη τη διάρκεια ζωής (DRIS 2004).

Οι ολικές ημερήσιες προσλήψεις υγρών σύμφωνα με το Τρίτο Εθνικό Δίκτυο Ερευνών Υγείας και Διατροφής (NHANES III), προβάλλουν ότι τα παιδιά και οι ενήλικες λαμβάνουν ένα μεγάλο ποσοστό των υγρών (80% περίπου) από ροφήματα και το υπόλοιπο (20%) από την τροφή. Και δύο αυτές πηγές θεωρούνται ικανοποιητικές, καθώς η βιοδιαθεσιμότητα υγρών είναι παρόμοια και από την τροφή αλλά και από τα ροφήματα. Επιπλέον η έρευνα έδειξε πως όλο το δείγμα ήταν σε υδρική ισορροπία, δηλαδή ήταν φυσιολογική η τιμή πλάσματος στον ορό.

Τα αποτελέσματα από το NHANES ήταν συμβατά με μελέτες ισορροπίας υγρών αλλά και με μελέτες διακυμάνσεων υγρών στον οργανισμό. Για ενήλικες άνδρες, η ολική πρόσληψη υγρών ανερχόταν περίπου στα 3,3 λίτρα και αυξανόταν μέχρι και τα 6,0 λίτρα. Λόγω της μεγάλης ομοιότητας μεταξύ των ερευνών και των στοιχείων από μελέτες υδατικής ισορροπίας, το δείγμα της έρευνας για τον γενικό πληθυσμό φαίνεται να κατευθύνει και τις διατροφικές συστάσεις τόσο για τα παιδιά αλλά και για τους ενήλικες. Για ενήλικες άνδρες η επαρκής πρόσληψη υγρών κρίνεται στα 3,7 λίτρα ενώ για τις γυναίκες στα 2,7. Για έγκυες και θηλάζουσες, η τιμή πρόσληψης υγρών αυξάνεται κατά 0,3 λίτρα και 1,1 λίτρα αντίστοιχα. Σε κάθε περίπτωση, οι επαρκείς αυτές προσλήψεις υγρών δε θα πρέπει να συγχέονται με τις ελάχιστες προσλήψεις. Επιπλέον οι τιμές αυτές δε θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη σε περιπτώσεις ατόμων όπως επαγγελματίες αθλητές ή εργάτες που επιτελούν επίπονη εργασία σε θερμό περιβάλλον, καθώς σε αυτές τις περιπτώσεις, παρατηρούνται ακόμα υψηλότερες ανάγκες σε υγρά λόγω των συνθηκών (Trumbo *et al.*, 2002; Campbell, 2007).

1.3.2 Ανάγκες σε νερό και φυσική δραστηριότητα

Η φυσική δραστηριότητα απαιτεί αυξημένες ανάγκες υγρών καθώς παράγεται και αποβάλλεται ιδρώτας από το σώμα λόγω της αύξησης της θερμοκρασίας (Sawka *et al.*, 2007b). Μελέτες διακυμάνσεων υγρών αποδεικνύουν ότι υψηλότερες συχνότητες καθημερινής ή εβδομαδιαίας άσκησης αυξάνει την ροή του νερού κατά 1,2-1,4 λίτρα κυρίως λόγω απώλειας και αναπλήρωσης υγρών (Leiper, Pitsiladis and Maughan, 2001). Οι ίδιες δραστηριότητες σε θερμό περιβάλλον θα επέφεραν ακόμα περισσότερη ροή υγρών, και συνεπώς παραπάνω ιδρώτα.



Σχήμα 1: Καθημερινή απώλεια ιδρώτα ανάλογα με το μεταβολικό ρυθμό και τη θερμοκρασία του αέρα (Πηγή: Food and Nutrition Board, Institute of Medicine, 2005).

Στο παραπάνω διάγραμμα (Σχήμα 1), απεικονίζεται η καθημερινή απώλεια ιδρώτα ανάλογα με το μεταβολικό ρυθμό (το πόσο έντονη είναι η άσκηση δηλαδή) και με τη θερμοκρασία του αέρα, ενώ δίδεται η αξιοσημείωτη πληροφορία, ότι οι ανάγκες σε υγρά μπορεί να είναι έως και 6 φορές παραπάνω από τις φυσιολογικές τιμές. Επιπλέον η θερμοκρασία του αέρα και άλλοι περιβαλλοντικοί παράγοντες όπως η υγρασία, η φορά του αέρα, ο ρουχισμός, φαίνεται να μπορούν να τροποποιήσουν τις απώλειες υγρών του σώματος. Για το λόγο αυτό, είναι σίγουρο ότι οι απώλειες και οι ανάγκες σε νερό θα

διαφοροποιούνται ανάλογα με τις παραπάνω μεταβλητές ακόμα και σε ένα δείγμα σχετικά δραστήριων ατόμων.

Η ποσότητα έκκρισης ιδρώτα η οποία συμβαίνει κατά την άσκηση σε θερμό περιβάλλον, εξαρτάται κυρίως από το πόσο έντονη είναι η άσκηση αλλά και τη διάρκειά της (Sawka *et al.*, 2007b). Η θερμότητα που λαμβάνει ο οργανισμός από το περιβάλλον, εξισορροπείται από την έκκριση ιδρώτα. Ωστόσο, σε περιπτώσεις πολύ υψηλής μεταβολικής διεργασίας, απαιτείται ακόμα περισσότερο έκκριση ιδρώτα για εξισορρόπηση της θερμοκρασίας του σώματος, οδηγώντας σε ακόμα μεγαλύτερη απώλεια υγρών. Για το λόγο αυτό, οι επαγγελματίες αθλητές χρειάζονται σχετικά μεγαλύτερες ποσότητες, έτσι ώστε να καταφέρουν να ρυθμίσουν τις απώλειες τους και να διατηρήσουν τα επιθυμητά επίπεδα ενυδάτωσης. Παρ' όλα αυτά, υπάρχει μεγάλη διαφοροποίηση ανάλογα με το άθλημα αλλά και με τη θέση στην οποία βρίσκεται ο αθλητής μέσα στον αγωνιστικό χώρο (Rollo *et al.*, 2021).

Η οξεία απώλεια υγρών συνήθως κυμαίνεται μεταξύ ενός εύρους των 1 έως 2 λίτρων για τα ομαδικά αθλήματα και για τα ατομικά αθλήματα αντοχής (Burke, 2006). Οι απώλειες αυτές επηρεάζουν σημαντικά τις ανάγκες σε υγρά για τον οργανισμό. Παρά το γεγονός αυτό φαίνεται ότι μόνο οι μισές από τις απώλειες αυτές αναπληρώνονται μετά την άσκηση, πράγμα το οποίο σε έλλειμα σε υγρά στα ομαδικά αθλήματα (1%-2%) αλλά και αθλήματα αντοχής (1% -4%), παρόλο που οι ατομικές απώλειες συνήθως ξεπερνούν το ποσοστό της τάξης του 5% και έχουν παρατηρηθεί σε αυξημένης διάρκειας συνεχούς άσκησης (Burke, 2006).

Στον παρακάτω πίνακα παρατίθενται οι τιμές απώλειας υγρών για αθλητές που συμμετέχουν σε ένα εύρος αθλημάτων (**Πίνακας 1**) (Sawka, Cheuvront and Iii, 2005).

Άθλημα	Μέσος όρος έκκρισης ιδρώτα (L/H)	Εύρος έκκρισης ιδρώτα (L/H)
Υδατοσφαίριση	0,55	0,30/0,80
Ποδηλασία	0,80	0,29/1,25
Κρικετ	0,87	0,50/1,40
Τρέξιμο	1,10	0,54/1,83

Καλαθοσφαίριση (μπάσκετ)	1,11	0,70/1,60
Ποδόσφαιρο	1,17	0,70/2,10
Αμερικανικό Ποδόσφαιρο (Ράγκμπι)	2,06	1,60/2,60

Πίνακας 1: Μέσες τιμές απώλειας υγρών για αθλητές που συμμετέχουν σε διάφορα αθλήματα. (Πηγή: Burke, 2006)

1.4 Συστάσεις κατανάλωσης νερού και διαιτητικοί παράγοντες

Όπως έχει προαναφερθεί, το νερό είναι αναγκαίο για την θερμορύθμιση του οργανισμού και για τις λειτουργίες του σώματος, καθώς η απουσία του μπορεί να οδηγήσει τον άνθρωπο σε θάνατο εντός λίγων ημερών (Kavouras, 2002; EFSA, 2010). Για τον λόγο αυτό, η επιστημονική κοινότητα παρέχει συστάσεις για την κατανάλωση νερού και υγρών κατά τη διάρκεια της μέρας. Πλέον, οι συστάσεις αυτές αναφέρονται σε μια συνολική πρόσληψη υγρών και όχι μόνο στην πρόσληψη νερού, με αποτέλεσμα στα υγρά αυτά να μπορούν να περιλαμβάνονται και τα ελαφρά αλκοολούχα ποτά όπως ο ζύθος, τα καφεϊνούχα ροφήματα και τα αναψυκτικά (Campbell, 2007).

Σύμφωνα με τις Αμερικανικές συστάσεις για την επαρκή πρόσληψη νερού, είναι επιθυμητή μια πρόσληψη 3,7 L υγρών/ημέρα για τους άντρες, εκ των οποίων τα 3,0 L μπορούν να καταναλωθούν ως συνολική ποσότητα υγρών, συμπεριλαμβανομένου και του πόσιμου νερού. Επίσης, για τον γυναικείο πληθυσμό, η ποσότητα των 2,7 λίτρων υγρών/ημέρα θεωρείται επαρκής, εκ των οποίων τα 2,2 L αποτελούν την συνολική ποσότητα υγρών συμπεριλαμβανομένου του πόσιμου νερού για την κάλυψη των αναγκών της πλειοψηφίας των γυναικών. (Campbell, 2007; IOM, 2008). Επίσης, εκτός από τις συστάσεις του Αμερικανικού Ινστιτούτου, υπάρχουν και οι αντίστοιχες Ευρωπαϊκές συστάσεις από την Ευρωπαϊκή Αρχή για την Ασφάλεια των Τροφίμων (European Food Safety Authority, EFSA), οι οποίες αναφέρουν ότι 2,5 λίτρα υγρών/ημέρα είναι αρκετά για να θεωρηθεί επαρκής η πρόσληψη για άνδρες ηλικίας μεταξύ 19-70 ετών. Αντίστοιχα, η πρόσληψη 2

λίτρων υγρών/ημέρα μπορεί να θεωρηθεί ως επαρκής πρόσληψη για γυναίκες ηλικίας μεταξύ 19-70 ετών (EFSA, 2010).

1.4.1 Διαιτητικοί παράγοντες που επηρεάζουν την πρόσληψη υγρών

Μια φυσιολογική κατάσταση ενυδάτωσης μπορεί να επιτευχθεί μέσα στη μέρα, λαμβάνοντας υπόψη όλες τις παραμέτρους που μπορούν να επηρεάσουν τα επίπεδα ενυδάτωσης του οργανισμού. Διαιτητικοί παράγοντες όπως το αλκοόλ, η καφεΐνη, η πρόσληψη νατρίου αλλά η σύνθεση της δίαιτας σε μακροθρεπτικά συστατικά επηρεάζουν την πρόσληψη υγρών και τις απαιτήσεις σε νερό (EFSA,2010).

Σύμφωνα με το βιβλίο Dietary Reference Intakes for Water, Potassium, Sodium, Chloride, and Sulfate, τα καφεϊνούχα ροφήματα συμβάλλουν στην ημερήσια πρόσληψη υγρών όσο συμβάλλουν και τα μη καφεϊνούχα. Έτσι, η πληροφορία αυτή έρχεται σε αντίθεση με την πεποίθηση ότι ο καφές και η καφεΐνη επηρεάζουν αρνητικά την κατάσταση υδάτωσης του ατόμου, καθώς, όπως αναγράφεται στο βιβλίο, τα καφεϊνούχα υγρά μπορούν να προσμετρηθούν και να συνυπολογιστούν στη συνολική κατανάλωση υγρών (Campbell, 2007). Από την άλλη πλευρά, το ISSN αναφέρει με δημοσίευμα το 2021, ότι η καφεΐνη αν λαμβάνεται σε συγκεκριμένες δόσεις δεν φαίνεται να μπορεί να επηρεάσει σημαντικά την ενυδάτωση, αν και φαίνεται να μπορεί να συνεισφέρει σε καλύτερη απόδοση κατά τη διάρκεια αερόβιας αλλά και αναερόβιας άσκησης (Guest *et al.*, 2021)

Όσον αφορά τα αλκοολούχα ποτά, υπάρχουν διφορούμενες απόψεις σχετικά με την αυξημένη διούρηση και με την απώλεια υγρών που προκαλούν. Σύμφωνα με το IOM, η επίδραση της αιθανόλης στην αυξημένη έκκριση υγρών φαίνεται να είναι παροδική και τελικά να μην έχει καμία αξιολογη συνεισφορά στις συνολικές απώλειες υγρών για χρονικό διάστημα μεγαλύτερο των 24 ωρών. Ωστόσο, παρατηρείται ότι τις 3 πρώτες ώρες μετά την κατανάλωση αλκοολούχων ποτών, υπάρχει μια αυξημένη τάση για διούρηση. Όμως, μετά από 6-12 ώρες από την κατανάλωση επέρχεται μια αντιδιουρητική φάση (Shirreffs and Maughan, 1997; IOM, 2008).

1.4.2 Ορισμός Επαρκούς πρόσληψης (Adequate intake, AI) για συνολικά υγρά

Από τις παραπάνω πληροφορίες, έχει γίνει γνωστό, ότι οι απαιτήσεις για νερό στο ανθρώπινο σώμα δεν πρέπει να βασίζονται στην ελάχιστη κατανάλωση νερού, διότι αυτή η προσέγγιση εγκυμονεί κινδύνους, καθώς ο εκάστοτε άνθρωπος μπορεί να οδηγηθεί σε έλλειμμα και σε δυσμενείς επιπτώσεις για την υγεία του, οδηγώντας έτσι στη δημιουργία των συστάσεων Επαρκούς Πρόσληψης (Adequate intake, AI) (IOM, 2008). Η έννοια της Επαρκούς Πρόσληψης έχει χαρακτηριστεί ως εξής: 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. Η συγκεκριμένη έννοια χρησιμοποιείται όταν η Ημερήσια Πρόσληψη (Recommended Dietary Allowances, RDA) δεν μπορεί να καθοριστεί (Campbell, 2007; IOM, 2008). Το IOM βασίζει τις συστάσεις του για την συνολική πρόσληψη υγρών στην επαρκή πρόσληψη (AI) από δεδομένα που προήλθαν από την μελέτη NHANES III. Στον πίνακα παρουσιάζονται κατηγοριοποιημένα ανά στάδιο ζωής και ανά φύλο (Πίνακας 2).

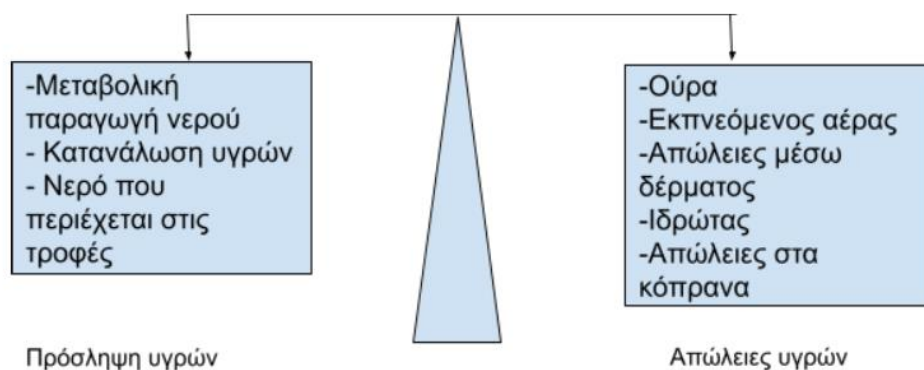
Πίνακας 2: Συστάσεις για την συνολική πρόσληψη υγρών στην επαρκή πρόσληψη (AI) ανά στάδιο ζωής, από τη μελέτη NHANES III. (Πηγή: Campbell, 2007; IOM, 2008)

Στάδιο ζωής	AI για συνολικά υγρά (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 που αποκλειστικά θηλάζουν	

1.5 Πηγές πρόσληψης και απώλειας υγρών (Υδατική ισορροπία)

Καθώς θεωρείται αδιαμφισβήτητη η ανάγκη ύπαρξης του νερού στον ανθρώπινο οργανισμό, ο άνθρωπος οφείλει να δίνει προσοχή στην διατήρηση του ισοζυγίου του νερού, ώστε να μπορεί ο οργανισμός να λειτουργεί βέλτιστα διατηρώντας την υδάτινη ισορροπία του (Armstrong, 2007; Armstrong et al., 2005; Sawka et al., 2007). Ο μέσος ενήλικας υπό φυσιολογικές συνθήκες περιβάλλοντος αλλά και υπό φυσιολογικά επίπεδα φυσικής δραστηριότητας, χρειάζεται περίπου 1 ml νερού ανά μία θερμίδα προσλαμβανόμενης ενέργειας (1ml/1kcal) (Jéquier and Constant, 2011). Από την Ημερήσια Πρόσληψη νερού, το μεγαλύτερο ποσοστό προέρχεται από τη πρόσληψη νερού μέσω του στόματος, στην αυτούσια μορφή του. Επίσης, προέρχεται και μέσω άλλων υγρών αλλά και μέσω στερεών τροφών στις οποίες εμπεριέχεται. Μια μικρή ποσότητα νερού επίσης μπορεί να προέλθει από το σώμα, ως προϊόν μεταβολικών αντιδράσεων και η ποσότητα αυτή είναι γνωστή ως μεταβολικό νερό (Popkin, D’Anci and Rosenberg, 2010).

Η απώλεια νερού από το σώμα πραγματοποιείται μέσα από διάφορες οδούς του οργανισμού όπως το δέρμα, το αναπνευστικό όπου το νερό ως εκ πνεόμενος αέρας, τον γαστρεντερικό σωλήνα και μέσα από το ουροποιητικό σύστημα του ανθρώπου (Kavouras, 2002). Μια ακόμα οδός απώλειας είναι αυτή της έμμηνου ρύσης, καθώς αποτελεί μια δυνητική απώλεια νερού στις γυναίκες (Giersch *et al.*, 2020). Επομένως, για να είναι εφικτή η υδατική ισορροπία, πρέπει η πρόσληψη του νερού να είναι ίδια με το νερό που αποβάλλεται από τον οργανισμό από οποιαδήποτε οδό. Ακόμη, είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι στην υδατική ισορροπία πρέπει να λαμβάνεται υπ’ όψη και το νερό που παράγεται στον οργανισμό. (Sawka, Cheuvront and Iii, 2005). Στο παρακάτω γράφημα παρουσιάζεται μια σχηματική παρουσίαση του ημερήσιου ισοζυγίου νερού το οποίο περιλαμβάνει τις οδούς πρόσληψης και απώλειας του νερού στην καθημερινότητα (**Σχήμα 2**).



Σχήμα 2: Ημερήσιο ισοζύγιο νερού το οποίο περιλαμβάνει τις οδούς πρόσληψης και απώλειας του νερού στην καθημερινότητα.

Τα ούρα αποτελούν την βασική οδό απώλειας νερού από τον ανθρώπινο οργανισμό καθώς τα νεφρά αποτελούν τους κύριους ρυθμιστές της υδατικής ισορροπίας (Κανouras, 2002). Τα νεφρά ανταποκρίνονται στις καταστάσεις υδάτωσης που βρίσκεται ο οργανισμός, δηλαδή, σε περίπτωση υπουδάτωσης παρατηρείται η κατακράτηση νερού, ενώ σε περίπτωση υπερυδάτωσης, παρατηρείται η αποβολή των περισσίων υγρών από τον οργανισμό. Ο παραγόμενος όγκος των ούρων ημερησίως μεταβάλλεται καθώς εξαρτάται από την κατάσταση υδάτωσης του ατόμου (EFSA 2010). Ορμόνες όπως η αντιδιουρητική ορμόνη (Anti-diuretic hormone, ADH) και το σύστημα ρενίνης-αγγειοτασίνης, κατέχουν κομβικό ρόλο στην λειτουργία των νεφρών για την διατήρηση της υδατικής ισορροπίας αλλά και της τονικότητας του πλάσματος. Αν αυξηθεί η συγκέντρωση της ADH, τότε παρουσιάζεται μειωμένη αποβολή ούρων αλλά και αυξημένη επαναρρόφηση νερού (Armstrong *et al.*, 2005).

Πέρα από την ουρική οδό, απώλειες νερού πραγματοποιούνται από την αναπνευστική και τη δερματική οδό, οι οποίες χαρακτηρίζονται ως ανεπαίσθητες, καθώς το άτομο αδυνατεί να αντιληφθεί την απώλεια. Όσον αφορά την αναπνευστική οδό, ο εισπνεόμενος αέρας υγροποιείται και έτσι παρατηρείται η απώλεια μέσω της αναπνοής. Συνθήκες όπως η θερμοκρασία του σώματος (πυρετός) και το επίπεδο άσκησης του ατόμου, αυξάνουν τις απώλειες που παρατηρούνται μέσω της αναπνευστικής οδού. Μία μέση αναπνευστική απώλεια ενός ατόμου που κάνει καθιστική ζωή μπορεί να κινηθεί από 250 έως και 350 ml/d

και αυτή η απώλεια είναι περίπου ίση με τη ποσότητα του νερού που παράγεται στον οργανισμό μέσω μεταβολικών αντιδράσεων (μεταβολικό νερό) (Kavouras, 2002; Grandjean, Reimers and Buysckx, 2003).

Το ανθρώπινο σώμα επίσης, μέσω του δέρματος αποβάλλει νερό και συγκεκριμένα με τη μορφή ιδρώτα, ο οποίος παίζει ρόλο στη θερμορύθμιση του οργανισμού. Ο ιδρώτας που αποβάλλεται μέσω του δέρματος είναι στην ουσία νερό το οποίο αποτελείται από κάλιο, χλώριο και μαγνήσιο. Ο ιδρώτας παράγεται κατά τη διάρκεια της αύξησης της θερμοκρασίας του σώματος από τους ιδρωτοποιούς αδένες, με σκοπό να δροσίσουν το σώμα, και η ποσότητα που μπορεί να παραχθεί κάτω από φυσιολογικές συνθήκες κυμαίνεται περίπου στα 500ml. Ωστόσο η ποσότητα αυτή είναι μεταβλητή καθώς εξαρτάται από παράγοντες όπως ο ρουχισμός, οι περιβαλλοντικές συνθήκες θερμοκρασίας, ανέμου, το επίπεδο φυσικής κατάστασης του ατόμου και η ένταση της φυσικής δραστηριότητας που μπορεί να εκτελεί (Coyle, 2004; Sawka *et al.*, 2007b).

Τέλος, όταν γίνεται αναφορά στην απώλεια νερού μέσω της γαστρεντερικής οδού, εννοούνται οι απώλειες που προέρχονται από τα κόπρανα. Η μεγαλύτερη ποσότητα των υγρών που καταναλώνεται μέσα στη μέρα από τον άνθρωπο, εισέρχεται στο λεπτό έντερο και απορροφάται εκεί, ενώ η υπόλοιπη ποσότητα απορροφάται από το παχύ έντερο (Kavouras, 2002; Armstrong, 2007). Η απώλεια που παρατηρείται από τα κόπρανα είναι μικρή και κυμαίνεται περίπου στα 100ml ημερησίως. Μπορεί όμως η απώλεια αυτή να είναι μεγαλύτερη σε περιπτώσεις εμετού ή διάρροιας (EFSA, 2010).

Κεφάλαιο 2: Ενυδάτωση/Αφυδάτωση και δείκτες αξιολόγησης

2.1 Δείκτες Ενυδάτωσης

Πλήθος δεικτών έχουν αξιολογηθεί στο πέρασμα των χρόνων, έτσι ώστε να εκτιμηθεί η κατάσταση ενυδάτωσης ενός ατόμου. Σε αυτούς τους δείκτες συμπεριλαμβάνονται το βάρος σώματος, αιματολογικοί δείκτες, δείκτες ουρίας, βιοηλεκτρική εμπέδηση και καρδιαγγειακοί δείκτες, όπου οι δείκτες αυτοί αποτελούν χρήσιμο εργαλείο στην εκτίμηση της κατάστασης ενυδάτωσης ενός ατόμου.

2.1.1 Μεταβολές στο βάρος σώματος

Οι μεταβολές στο βάρος σώματος μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εκτίμηση της κατάστασης ενυδάτωσης του ατόμου και έχουν ευρέως χρησιμοποιηθεί για να καθορίσουν τις οξείες αλλαγές στην κατάσταση ενυδάτωσης και πιο συγκεκριμένα για να την αξιολόγηση της αφυδάτωσης, ως αποτέλεσμα θερμικού στρες σε καταστάσεις άσκησης και ηρεμίας για μία συγκεκριμένη χρονική περίοδο ωρών. Όπως προαναφέρθηκε, τα υγρά που χάνονται από το σώμα, χάνονται ως ιδρώτας, ούρα, από τα κόπρανα αλλά και από τον εκπνεόμενο αέρα (Armstrong and Johnson, 2018). Το μέσο βάρος του ιδρώτα και της ουρίας είναι περίπου 1,0 mg, για κάθε ένα γραμμάριο μεταβολής του βάρους, οφείλεται σε απώλεια υγρών της τάξης του 1ml είτε ιδρώτα είτε ουρίας (Shirreffs, 2003).

Ένα μεγάλο μειονέκτημα της μεθόδου αυτής είναι ότι οι μετρήσεις ενδέχεται να μεταβάλλονται λόγω αρκετών παραγόντων όπως η κατανάλωση υγρών αλλά και τροφίμων. Επιπλέον, για την αξιολόγηση της κατάστασης ενυδάτωσης με αυτή τη μέθοδο, είναι απαραίτητο να είναι γνωστή η τιμή του βάρους σώματος πριν την αφυδάτωση. Ακόμη, η χρήση της Μεταβολής βάρους ως μοναδικό δείκτη για την αξιολόγηση της αφυδάτωσης δεν αποτελεί έγκυρη πρακτική, και ο συνδυασμός της με άλλους δείκτες είναι απαραίτητος, και ιδιαίτερα σε ανθρώπους που δεν υπόκεινται σε σημαντικές διακυμάνσεις όσον αφορά το βάρος σώματός τους. Ωστόσο, παρά τους περιορισμούς αυτούς, η μέτρηση της κατάστασης

ενυδάτωσης από αλλαγές στο βάρος σώματος παραμένει η μόνη ποσοτική μέθοδος αξιολόγησης η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί με ασφάλεια σε εργαστηριακό αλλά και σε πειραματικό περιβάλλον (Shirreffs, 2003)

2.1.2 Αιματολογικοί δείκτες

Μετρήσεις σε παραμέτρους του αίματος φαίνεται να έχουν χρησιμοποιηθεί αρκετά για την αξιολόγηση της κατάστασης ενυδάτωσης. Πιο συγκεκριμένα, διαφορές στις συγκεντρώσεις της αιμοσφαιρίνης και του αιματοκρίτη, μπορούν να παίξουν το ρόλο δεικτών ενυδάτωσης, αλλά στην πραγματικότητα οι αλλαγές αυτές αντικατοπτρίζουν τις αλλαγές στον όγκο του πλάσματος και όχι στο συνολικό νερό σώματος (TBW). Εάν η αρχική τιμή αυτών των δύο παραμέτρων είναι γνωστή, τότε η αλλαγή στον όγκο πλάσματος μπορεί να υπολογιστεί από τον παρακάτω τύπο (Dill and Costill, 1974)) :

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

Όπου:

- Hbc, η αιμοσφαιρίνη του αρχικού (δείγμα ελέγχου) δείγματος
- Hbi, η αιμοσφαιρίνη του δείγματος ανά πάσα στιγμή
- Hct, η συγκέντρωση του αιματοκρίτη

Η μέθοδος αυτή είναι αρκετά αξιόπιστη , με την προϋπόθεση ότι οι αρχικές μετρήσεις είναι και αυτές αξιόπιστες και αμετάβλητες, καθώς οι τιμές αυτές μπορούν να επηρεαστούν από ορισμένους παράγοντες. Ένα παράδειγμα αποτελεί το γεγονός ότι η χρήση ενός αιμοστατικού επίδεσμου μπορεί να μεταβάλλει τις τιμές του αιματοκρίτη αλλά και τις αιμοσφαιρίνης (McNair *et al.*, 1979). Επιπλέον, η όρθια στάση φαίνεται πως επηρεάζει και αυτή τις τιμές των παραπάνω μεταβλητών, και συνεπώς προκαλεί αλλαγές στον όγκο πλάσματος (Sawka *et al.*, 2007). Συμπερασματικά, οι αιμοσφαιρίνη και ο αιματοκρίτης μπορεί να είναι αξιόπιστοι δείκτες ενυδάτωσης, με την προϋπόθεση όμως ότι οι αρχικές

τιμές δείγματος δεν θα επηρεάζονται από τις προαναφερθείσες παραμέτρους έτσι ώστε να έχουμε μία ακριβή αξιολόγηση της κατάστασης ενυδάτωσης ενός ατόμου.

Ακόμη, στους αιματολογικούς δείκτες συγκαταλέγονται η ωσμωτικότητα του πλάσματος (Posm ή Sosm) και η βαζοπρεσσίνη (Vasopressin). Η ωσμωτικότητα του πλάσματος φαίνεται να μην επηρεάζεται από πρόσφατη κατανάλωση τροφών και υγρών, με αποτέλεσμα να παρουσιάζεται ως ο πιο αξιόπιστος δείκτης για καταστάσεις μακροχρόνιας κατάστασης ενυδάτωσης. Από την άλλη, η βαζοπρεσσίνη, είναι μια ορμόνη υπεύθυνη κατά κύριο λόγο για την διατήρηση του νερού και μπορεί να υπολογιστεί μέσω δειγμάτων πλάσματος ή ορού(Wutich *et al.*, 2020).

2.1.3 Δείκτες ουρίας

Σύμφωνα με τη προαναφερθείσα σχέση μεταξύ της αντιδιουρητικής ορμόνης, της ωσμωτικότητας πλάσματος και της ειδικής βαρύτητας ουρίας, οι τελευταίες ουρικές παράμετροι είναι εύχρηστες όχι μόνο επειδή παρέχουν ακριβείς και γρήγορες πληροφορίες όσον αφορά την κατάσταση ενυδάτωσης, αλλά και επειδή είναι σχετικά εύκολα μετρήσιμες. Να σημειωθεί ότι για την εκτίμηση της αντιδιουρητικής ορμόνης στο πλάσμα, χρειάζονται δύο με τρεις ημέρες διεξαγωγής μεθόδων ραδιοδοκιμασιών. Επίσης, σύμφωνα με τα δεδομένα αυτά, έχει προταθεί ότι το χρώμα των ούρων αντανακλά το επίπεδο ενυδάτωσης στις περισσότερες περιπτώσεις και σχετίζεται άμεσα με το πλάσμα και ορισμένους ουρικούς δείκτες της ενυδάτωσης (Anastasio *et al.*, 2001), παρόλο που επηρεάζεται από τη διατροφή, τα φάρμακα και ασθένειες.

Οι Armstrong και Kavouras με μελέτες τους, εισήγαγαν μία κλίμακα οκτώ επιπέδων για να διερευνήσουν εάν η κατάσταση ενυδάτωσης μπορεί να αξιολογηθεί επαρκώς από το χρώμα των ούρων. Διεξήχθη λήψη δείγματος ούρων από 54 υποψήφιους (άνδρες και γυναίκες), οι οποίοι ήταν ενυδατωμένοι, πολύ καλά ενυδατωμένοι ή αφυδατωμένοι κατά την άσκηση, και παρατηρήθηκε το χρώμα των ούρων, ενώ στη συνέχεια έγιναν μετρήσεις της ωσμωτικότητας και της ειδικής βαρύτητας ουρίας. Οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα πως το χρώμα των ούρων είναι ένας λογικός δείκτης για την κατάσταση ενυδάτωσης και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε αθλητικές και βιομηχανικές εγκαταστάσεις ή έρευνες, αλλά ότι δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε εργαστηριακά ευρήματα καθώς εκεί απαιτείται μεγαλύτερη ακρίβεια. (Armstrong and Kavouras, 2019).

Εικόνα 2: Κλίμακα Armstrong για την αξιολόγηση ενυδάτωσης βάσει του χρώματος των ούρων



Τα νούμερα 1 και 2 της κλιμακας, αντιστοιχούν στο χρώμα ούρων ενός ενυδατωμένου ανθρώπου, ενώ το νούμερο 7 ανταποκρίνεται σε χρώμα αφυδατωμένου ανθρώπου.

Σε μία έρευνα που ακολούθησε, οι ίδιοι ερευνητές μελέτησαν την αξιοπιστία των δεικτών ουρίας συμπεριλαμβάνοντας το χρώμα, το ενδεχόμενο αφυδάτωσης, την άσκηση καθώς και την επανυδάτωση (πρόσληψη νερού μετά την αφυδάτωση). Σε αυτή τη περίπτωση, διεξήχθη το πόρισμα πως το χρώμα ουρίας, η ωσμωτικότητα και η ειδική βαρύτητα ουρίας ήταν αξιόπιστοι δείκτες στους υγιείς συμμετέχοντες. Επιπρόσθετα, παρατηρήθηκε πως το χρώμα της ουρίας ήταν όσο αποτελεσματικό, ή και ακόμα παραπάνω, σε σχέση με την ειδική βαρύτητα ουρίας, την ωσμωτικότητα ούρων, τον όγκο ούρων, την ωσμωτικότητα πλάσματος, το νάτριο στο πλάσμα και τις ολικές πρωτεΐνες πλάσματος (Armstrong and Kavouras, 2019). Εν κατακλείδι, συμπεριλαμβάνοντας όλες παραπάνω παρατηρήσεις φαίνεται πως οι ουρικοί δείκτες ενυδάτωσης προσφέρουν μια ακριβή αξιολόγηση της κατάστασης ενυδάτωσης κατά την ήπια αφυδάτωση, όμως υπάρχουν και περιπτώσεις που δεν επαρκούν και μπορεί να μεταβληθούν ανεξάρτητα από το επίπεδο ενυδάτωσης. Σε αυτές περιλαμβάνονται η ταχεία επανυδάτωση, κατάσταση σοβαρής ασθένειας και η σοβαρή αφυδάτωση. (Figaro and Mack, 1997; Shirreffs and Maughan, 1997; Grandjean *et al.*, 2000)

2.1.4 Ανάλυση Βιοηλεκτρικής Εμπέδησης

Η χρήση Βιοηλεκτρικής Εμπέδησης μπορεί να συμβάλλει και στην παρακολούθηση της κατάστασης ενυδάτωσης (Piccoli *et al.*, 1994) καθώς η μέθοδος αυτή βασίζεται κατά κύριο λόγο στην σχέση μεταξύ της τάσης του ρεύματος που μετριέται μέσω των ηλεκτροδίων, και της ωμικής αντίστασης του κάθε σημείου (π.χ του κάθε ιστού). Στη παρούσα περίπτωση, η ωμική αντίσταση του σώματος συσχετίζεται με το ποσοστό ενυδάτωσης των ιστών (Gray, Birkenfeld and Butterworth, 2023). Η χρήση αυτής είναι μη παρεμβατική, χωρίς να απαιτείται μεγάλο χρονικό διάστημα για τις μετρήσεις, ακριβής και πρότυπη όσον αφορά τη μέτρηση του ολικού νερού σώματος σε υγιείς ανθρώπους σε κατάσταση ανάπαυσης. Παρόλα αυτά, φαίνεται να μην παρέχει ακριβείς εκτιμήσεις όσον αφορά μεμονωμένα σημεία του σώματος. Έτσι, αν και η βιοηλεκτρική εμπέδηση φαίνεται πολλά υποσχόμενη για τη εκτίμηση κατάστασης ενυδάτωσης, απαιτείται περαιτέρω έρευνα έτσι ώστε να μπορέσει να χρησιμοποιηθεί ως διαγνωστικό εργαλείο για τις αλλαγές στα υγρά του σώματος (Shirreffs, 2003)

2.1.5 Πίεση αίματος, καρδιακός παλμός και ορθοστατική αντοχή

Είναι γνωστό ότι η αφυδάτωση από μόνη της επηρεάζει τον καρδιακό παλμό σε ανάπαυση αλλά και κατά την άσκηση (González-Alonso *et al.*, 1997). Η ίδια φαίνεται να προκαλεί ορθοστατική κόπωση, ενώ η κατάποση υγρών σε αφυδατωμένους ανθρώπους φαίνεται να βελτιώνει την απόδοση και να αυξάνει την ορθοστατική αντοχή (Davis and Fortney, 1997). Στην πραγματικότητα, η πίεση του αίματος και ο καρδιακός παλμός αποτελούν άμεσες απαντήσεις στις αλλαγές στην στάση του σώματος με αποτέλεσμα να μεταβάλλονται και να μπορούν να δώσουν πληροφορίες για την κατάσταση ενυδάτωσης ενός ατόμου, παρόλο που δεν είναι ικανές να αναγνωρίσουν τυχόν ανισορροπίες στα υγρά του σώματος, σε σχέση με τους παραπάνω δείκτες (Johnson *et al.*, 1995).

2.2 Ο μηχανισμός της δίψας

Κατά κύριο λόγο, τα επίπεδα ενυδάτωσης υπολογίζονται από δείκτες ενυδάτωσης όπως την μείωση του βάρους, αιματολογικές παραμέτρους, και εξέταση των ούρων του ανθρώπου.

Η αξιολόγηση των επιπέδων υδάτωσης του ανθρώπινου οργανισμού μέσω του υπολογισμού της απώλειας βάρους, είναι μια μέθοδος που δίνει αποτελέσματα καθώς η μεταβολή βάρους σε σύντομο χρονικό διάστημα είναι μεταβολή και απώλεια νερού από τον οργανισμό, καθώς 1ml νερού αντιστοιχεί σε 1gr βάρους (Shirreffs, 2003). Ωστόσο, η αξιολόγηση των επιπέδων υδάτωσης μέσω των διακυμάνσεων που παρουσιάζει το βάρος σε μεγάλο εύρος χρόνου είναι δύσκολη λόγω ύπαρξης παραγόντων που επηρεάζουν την υδάτινη ισορροπία και επομένως την σωματική μάζα του ανθρώπου, όπως η κατανάλωση τροφών και υγρών, με αποτέλεσμα η αξιολόγηση των επιπέδων υδάτωσης να μην είναι ακριβής (O'Brien *et al.*, 2001).

Γι' αυτό το λόγο, ο μηχανισμός της δίψας είναι ένας τρόπος αξιολόγησης της ενυδάτωσης του ανθρώπινου σώματος όταν άλλες μέθοδοι δεν είναι διαθέσιμες (Armstrong *et al.*, 2005), καθώς το αίσθημα της δίψας οδηγεί το άτομο στην επιθυμία κατανάλωσης υγρών, παίζοντας σημαντικό ρόλο στην διατήρηση του ισοζυγίου του νερού (Goulet, 2012). Το αίσθημα της δίψας χαρακτηρίζεται από παχιά, ξηρή και κολλώδη αίσθηση του στόματος, της γλώσσας αλλά και του φάρυγγα, τα οποία χαρακτηριστικά μειώνονται έως και εξαφανίζονται όταν καταναλωθεί ποσότητα υγρών που να θεωρείται επαρκής (Goulet, 2012)

Η δίψα μπορεί να υπολογιστεί μέσω μιας απλής κλίμακας που αναπτύχθηκε από τον Young και συνεργάτες του το 1987, η οποία κυμαίνεται από το νούμερο 1 έως το 9, με το 1 να αντιστοιχεί στην ένδειξη «καθόλου διψασμένος», και το 9 στην ένδειξη «πολύ πολύ διψασμένος». Ως «μέτρια αφυδατωμένος» μπορεί να χαρακτηριστεί η κατάσταση ενός ατόμου το οποίο βρίσκεται στην κλίμακα μεταξύ του αριθμού 3 που αντιστοιχεί στην ένδειξη «λίγο διψασμένος» και του αριθμού 5 που αντιστοιχεί στην ένδειξη « μέτρια αίσθηση δίψας» (Young *et al.*, 1987). Ωστόσο, αξίζει να αναφερθεί ότι η κατανάλωση νερού σύμφωνα με το αίσθημα της δίψας έχει δείξει ότι καλύπτει μόνο το $\approx 50\%$ των απωλειών και φτάνει έως και τα $\frac{2}{3}$ των απωλειών, οπότε δεν επαρκεί για την αναπλήρωση της απώλειας υγρών, με αποτέλεσμα να προκαλείται αφυδάτωση εν αγνοία του ατόμου που ακολούθησε το αίσθημα της δίψας. Το συγκεκριμένο φαινόμενο ονομάζεται «εθελοντική αφυδάτωση» (Coyle, 2004).

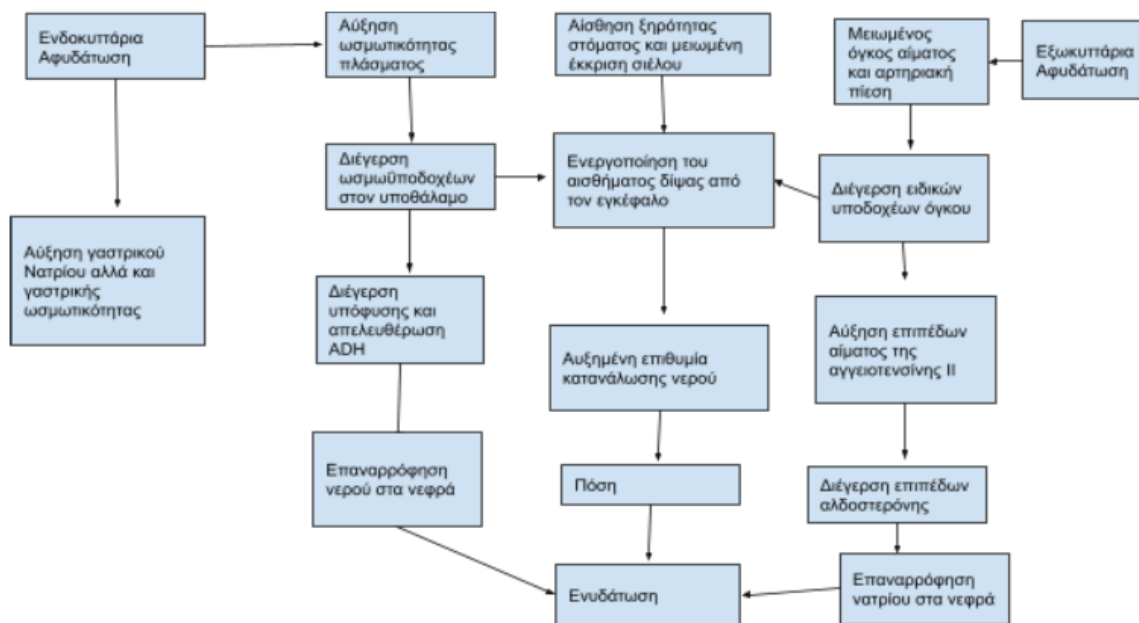
Ο μηχανισμός της δίψας μπορεί να ενεργοποιηθεί όταν εντοπιστεί μείωση του συνολικού νερού σώματος και αύξηση της τονικότητας των υγρών, τα οποία γίνονται αντιληπτά όταν υπάρχει μείωση του σωματικού βάρους κατά 1-2% (Armstrong, 2007; EFSA, 2010). Επιπλέον, η αίσθηση της δίψας μπορεί να ενεργοποιηθεί από φυσιολογικούς μηχανισμούς

όπως την αύξηση της ωσμωτικότητας του πλάσματος του εξωκυττάριου χώρου αλλά και της μείωσης του όγκου του πλάσματος, γεγονός τα οποία μαρτυρούν μείωση σωματικού βάρους μεγαλύτερη του 3%. Επιπρόσθετα, μπορεί να ενεργοποιηθεί και από τους μηχανισμούς αντίληψης, οι οποίοι έχουν να κάνουν με τα χαρακτηριστικά του ποτού όπως η θερμοκρασία, η γεύση και το χρώμα (EFSA, 2010). Ακόμα, η ανάγκη για κατανάλωση υγρών μπορεί να επηρεαστεί λόγω έλλειψης νατρίου στον οργανισμό. Οπότε είναι πιθανό, η ισορροπία του νατρίου να υπερτερεί της ανάγκης της αποκατάστασης του ισοζυγίου του νερού, αν και το αίσθημα της δίψας μπορεί να εμφανιστεί σε λίγα λεπτά, ενώ η αίσθηση κατανάλωσης νατρίου χρειάζεται περισσότερη ώρα για να εμφανιστεί στον οργανισμό (Skøtt, 2003).

2.2.1 Μηχανισμός ενδοκυττάριας και εξωκυττάριας δίψας

Ο μηχανισμός της ενδοκυττάριας δίψας παρουσιάζεται ως εξής: αύξηση της ωσμωτικότητας του πλάσματος, διέγερση ωσμωυποδοχέων στον υποθάλαμο, απελευθέρωση της ADH μέσω της διέγερσης στην υπόφυση, επαναρρόφιση νερού στους νεφρούς, και διέγερση του κέντρου της δίψας στον εγκέφαλο. Όλοι οι παραπάνω παράγοντες οδηγούν τον άνθρωπο στην πόση.

Από την άλλη πλευρά, ο μηχανισμός της εξωκυττάριας δίψας είναι ο εξής: μείωση όγκου αίματος αλλά και αρτηριακής πίεσης, διέγερση ειδικών υποδοχέων του όγκου αίματος, αυξημένα επίπεδα της αγγειοτενσίνης II στο αίμα, αύξηση των επιπέδων της δίψας, διέγερση επιπέδων αλδοστερόνης, επαναρρόφιση νερού και νατρίου στους νεφρούς. Και στις δύο περιπτώσεις, όλοι οι παραπάνω παράγοντες οδηγούν τον άνθρωπο στην πόση. Στο Σχήμα 3 παρουσιάζεται ο μηχανισμός της ενδοκυττάριας και της εξωκυττάριας δίψας.



Σχήμα 3: Ο μηχανισμός της ενδοκυττάριας και εξωκυττάριας δίψας (Πηγή: Armstrong & Kavouras, 2019; Kavouras, 2002; Thornton, 2010).

2.3 Ιδανική μέθοδος αξιολόγησης ενυδάτωσης.

Δεν φαίνεται να υπάρχει ακόμα κάποια μέθοδος «Gold Standard» για την ακριβή αξιολόγηση ενυδάτωσης ενός ατόμου. Υπάρχουν βέβαια αρκετοί ισχυρισμοί πως μία τιμή των ολικών υγρών σώματος, σε συνδυασμό με μία μέτρηση της ωσμωτικότητας πλάσματος, παρέχει την ιδανική αξιολόγηση ενυδάτωσης, ωστόσο οι μετρήσεις αυτές πραγματοποιούνται, μόνο υπό ελεγχόμενες εργαστηριακές συνθήκες με διαρκή παρακολούθηση. Στην καθημερινή ζωή λοιπόν, δεν είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί η μέθοδος αυτή, καθώς απαιτούνται 3-5 ώρες για την σταθεροποίηση του ισοτόπου, και την ανάλυση των υγρών. Επιπλέον, η ωσμωτικότητα πλάσματος μπορεί να παρέχει ανεπαρκείς πληροφορίες κατά τη διάρκεια της ημέρας καθώς, η μέτρηση αυτή επηρεάζεται από ένα πλήθος παραγόντων όπως η θερμοκρασία, το περιβάλλον κ.α. Καταλήγοντας, ο ισχυρισμός αυτός θα ήταν σωστός, εφόσον οι μετρήσεις αυτές τηρούσαν ορισμένες εργαστηριακές προϋποθέσεις, δηλαδή τα υγρά του σώματος να είναι εξισορροπημένα.

Παρά όμως τις δυο αυτές μεθόδους, έχει ερευνηθεί ένα πλήθος τεχνικών αξιολόγησης ενυδάτωσης. Σε μία έρευνα που πραγματοποιήθηκε από τον Armstrong το 2007, διερευνήθηκε το ερώτημα εάν υπάρχει μία ιδανική μέθοδος αξιολόγησης της ενυδάτωσης. Πιο συγκεκριμένα εξετάστηκαν 13 από τις πιο γνωστές μεθόδους αξιολόγησης ενυδάτωσης που φαίνονται στον πίνακα που ακολουθεί (**Πίνακας 3**) (Armstrong, 2007). Έπειτα από την ανάλυση όλων των μεθόδων, οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα πως δεν υπάρχει μια ιδανική μέθοδος για την αξιολόγηση ενυδάτωσης και παρέθεσαν εννέα σημεία κατά τα οποία υποστηρίζουν την άποψη αυτή. Τα σημεία αυτά κάνουν λόγο για το 24ωρο έλλειμα νερού το οποίο ποικίλει από άτομο σε άτομο, για τα «ψευδή» επίπεδα ουρίας που προκύπτουν έπειτα από απότομη κατανάλωση νερού και υγρών. Επίσης, οι μετρήσεις μετά την άσκηση δείχνουν διαταραγμένα επίπεδα υγρών και όχι τα αληθή, ενώ οι αλλαγές στην ωσμωτικότητα του πλάσματος τροποποιούν την αναλογία ενδκυττάρων και εξωκυττάρων υγρών διαμερισμάτων (Armstrong, 2007).

Πίνακας 3: Χαρακτηριστικά των μεθόδων αξιολόγησης της ενυδάτωσης.

Τεχνική αξιολόγησης ενυδάτωσης	Υγρά Σώματος	Κόστος	Χρόνος που απαιτείται	Τεχνική Εξειδίκευση	Φορητότητα	Πιθανότητα τυχαίου προβλήματος
Διάλυση σταθερού ισοτόπου	όλα	Υψηλό	υψηλός	υψηλή	μη φορητό	υψηλή ή μέτρια
Ανάλυση ενεργοποίησης νετρονίων	όλα	Υψηλό	υψηλός	υψηλή	μη φορητό	μέτρια
Βιοηλεκτρική Εμπέδηση (BIS)	αβέβαιο	Μέτριο	υψηλός	μέτρια	μέτριο	χαμηλή
Αλλαγές στη μάζα σώματος	όλα	Χαμηλό	χαμηλός	χαμηλή	φορητό	χαμηλή
Ωσμωτικότητα πλάσματος	εξωκυττάρια υγρά	Υψηλό	μέτριος	υψηλή	μη φορητό	μέτρια
% Αλλαγή στον όγκο πλάσματος	αίμα	Μέτριο	μέτριος	υψηλή	μη φορητό	μέτρια
Ωσμωτικότητα ούρων	παραγόμενη ουρία	Υψηλό	μέτριος	υψηλή	μη φορητό	χαμηλή

Ειδική βαρύτητα ούρων	παραγόμενη ουρία	Χαμηλό	χαμηλός	μέτρια	φορητό	χαμηλή
Αγωγιμότητα ούρων	παραγόμενη ουρία	Μέτριο	μέτριος	μέτρια	μη φορητό	χαμηλή
Χρώμα ούρων	παραγόμενη ουρία	Χαμηλό	χαμηλός	χαμηλή	φορητό	χαμηλή
24ωρος όγκος ούρων	παραγόμενη ουρία	Χαμηλό	χαμηλός	χαμηλή	φορητό	χαμηλή
Ροή σιελογόνων	σάλιο	μέτριο προς υψηλό	μέτριος	υψηλή	μη φορητό	χαμηλή
Αξιολόγηση δίψας	υποθάλαμος	Χαμηλό	χαμηλός	χαμηλή	φορητό	χαμηλή

Συμπεραίνοντας λοιπόν, όλες οι μέθοδοι αξιολόγησης της κατάστασης ενυδάτωσης δίνουν αποτελέσματα για περίπλοκα διαμερίσματα υγρών του σώματος. Οι απλές μετρήσεις είναι αδύνατο να φέρουν αξιόπιστα αποτελέσματα καθώς η πρόσληψη αλλά και η απώλεια υγρών επηρεάζουν την τιμή του ολικού νερού σώματος. Καθώς οι συνθήκες, ειδικά κατά τη διάρκεια αθλητικών γεγονότων, δεν είναι ιδανικές και δεν ανταποκρίνονται σε εργαστηριακές συνθήκες, είναι εξαιρετικά δύσκολη η αξιολόγηση των επιπέδων υδάτωσης με τη χρήση μόνο ενός δείκτη. Φαίνεται πως η ωσμωτικότητα πλάσματος είναι η πιο αξιόλογη μέθοδος σε καταστάσεις στατικής αφυδάτωσης, ενώ σε δυναμική κατάσταση αφυδάτωσης μπορεί να χρησιμοποιηθούν και να συνδυαστούν οι δείκτες Posm, Bm και Usg. Επιπρόσθετα για ένα πιο αξιόπιστο αποτέλεσμα, θα πρέπει κανείς να συνδυάσει τα αποτελέσματα από δύο ή παραπάνω μεθόδους και φαίνεται επιτακτική η ανάγκη για την περαιτέρω αξιολόγηση των δεικτών ενυδάτωσης, ώστε να έχουν τη δυνατότητα να προσφέρουν πιο άμεσα και ακριβή αποτελέσματα σε συνθήκες εκτός του εργαστηριακού περιβάλλοντος (Armstrong, 2007; Chevront *et al.*, 2010; Wutich *et al.*, 2020).

2.4 Αφυδάτωση

Ως αφυδάτωση χαρακτηρίζεται η μείωση της συνολικής ποσότητας νερού που βρίσκεται στις αποθήκες του σώματος. Η συγκεκριμένη κατάσταση σχετίζεται επίσης και με την μείωση του όγκου πλάσματος, η οποία μείωση έχει αρνητικές επιπτώσεις στην καρδιαγγειακή λειτουργία, οδηγώντας σε αύξηση της καρδιακής συχνότητας αλλά και στην εγκεφαλική λειτουργία καθώς έχει τη δυνατότητα να μειώσει την σφοδρότητα ενός πιθανού εγκεφαλικού επεισοδίου (González-Alonso *et al.*, 1997; Kavouras, 2002) Η αφυδάτωση διακρίνεται σε ισοτονική, υπερτονική και σε υποτονική. Η διάκριση αυτή γίνεται με βάση την αναλογία του ρευστού προς την απώλεια ηλεκτρολύτη.

Στην ισοτονική αφυδάτωση παρατηρείται απώλεια νερού όσο και ηλεκτρολυτών με πιθανές αιτίες τον έμετο, τη διάρροια και την ανεπαρκή πρόσληψη υγρών, ενώ κατά τη διάρκεια της υπερτονικής αφυδάτωσης, η απώλεια νερού υπερβαίνει την απώλεια άλατος, με πιθανές αιτίες την αυξημένη εφίδρωση και την ωσμωτική διούρηση. Από την άλλη πλευρά, κατά την υποτονική αφυδάτωση, παρατηρείται περισσότερη απώλεια νατρίου σχετικά με την απώλεια του νερού, πιθανόν από γαστρεντερικές απώλειες αλλά και μέσω του ιδρώτα (Jéquier and Constant, 2011). Στον παρακάτω πίνακα, παρουσιάζονται οι τύποι αφυδάτωσης, μαζί με τα χαρακτηριστικά τους αλλά και τις πιθανές αιτίες που οδηγούν στο κάθε είδος αφυδάτωσης (**Πίνακας 4**).

Πίνακας 4: Οι κατηγορίες αφυδάτωσης, τα χαρακτηριστικά και οι πιθανές αιτίες αυτών. (Πηγή: A. C. Grandjean *et al.*, 2003).

Τύπος	Χαρακτηριστικά	Πιθανές αιτίες
Ισοτονική αφυδάτωση	<ul style="list-style-type: none"> • Ισοτονική απώλεια τόσο του νερού όσο και των διαλυμένων ουσιών από τον εξωκυττάριο χώρο • Δεν παρουσιάζεται ωσμωτική μετατόπιση ύδατος από τον εξωκυττάριο χώρο 	<ul style="list-style-type: none"> • Γαστρεντερικές απώλειες νερού: εμετός, διάρροια και γαστρεντερική απώλεια αίματος • Ανεπαρκής πρόσληψη υγρών και νατρίου (άλατος)

Υπερτονική αφυδάτωση	<ul style="list-style-type: none"> • Μετατόπιση νερού από το κύτταρο στον εξωκυττάριο χώρο • Η απώλεια άλατος είναι μικρότερη της απώλειας νερού 	<ul style="list-style-type: none"> • Ανεπαρκής πρόσληψη νερού • Ωσμωτική διούρηση • Απώλεια υγρών μέσω του ιδρώτα
Υποτονική αφυδάτωση	<ul style="list-style-type: none"> • Η απώλεια άλατος ξεπερνάει την απώλεια του νερού • Μετατόπιση νερού από τον εξωκυττάριο χώρο στο κύτταρο (το αντίστροφο σε σχέση με την υπερτονική αφυδάτωση) 	<ul style="list-style-type: none"> • Αναπλήρωση νερού χωρίς αναπλήρωση νατρίου (άλατος). • Απώλεια υγρών μέσω ιδρώτα αλλά και γαστρεντερικές απώλειες νερού

2.5 Υπερενυδάτωση και οι επιπτώσεις της στον οργανισμό

Σύμφωνα με τον ορισμό, η υπερενυδάτωση αποτελεί μια διαταραχή των υγρών του ανθρώπινου σώματος. Αυτή λαμβάνει χώρα όταν στο σώμα εισέρχονται ή κατακρατούνται μεγάλες ποσότητες υγρών, παραπάνω δηλαδή από την ποσότητα που μπορούν να αποβάλουν οι νεφροί (Sawka et al., 2005). Στα συμπτώματα της υπερενυδάτωσης περιλαμβάνονται μεταξύ άλλων: ναυτία και έμετο, πονοκέφαλο, αλλαγές στην ψυχική κατάσταση, σύγχυση, μυϊκή αδυναμία, σπασμοί, μυϊκές κράμπες, κρίσεις, λιποθυμία, κόμμα

2.5.3 Δηλητηρίαση από νερό

Η δηλητηρίαση από πρόσληψη νερού είναι ένας πιθανός κίνδυνος και μπορεί να συμβεί από πλήθος διαφορετικών κλινικών συνθηκών, όπως καρδιακή ανακοπή, ασθένεια στο ήπαρ, νεφροπάθεια, μη έλεγχο της διουρητικής ορμόνης, διαβήτη και αντιφλεγμονώδη φάρμακα. Σημαντική κρίνεται λοιπόν η πρόωρη διάγνωση της για να προληφθεί η υπονατραιμία. Σε ένα περιστατικό το 2003, η ασθενής, μια γυναίκα 64 ετών, με γνωστό ιστορικό νόσου μιτροειδούς βαλβίδας, ξεκίνησε το απόγευμα πριν από την ώρα θανάτου να καταναλώνει μεγάλες ποσότητες νερού (υπολογίζεται περίπου στα 30-40 ποτήρια), ως αποτέλεσμα να

καταλήξει σε επεισόδια εμετού. Καθώς περνούσε η ώρα η ασθενής έχασε την επαφή με το περιβάλλον, έγινε υστερική και απαιτούσε ακόμα μεγαλύτερη ποσότητα νερού, ισχυριζόμενη ότι δεν έχει καταναλώσει αρκετό νερό. Αρνούμενη την ιατρική βοήθεια, συνέχισε να καταναλώνει ποσότητες νερού, μέχρι που οδηγήθηκε στο θάνατο. Πραγματοποιήθηκε μεταθανάτια εξέταση, κατά την οποία βρέθηκε περίπου 1 λίτρο υγρών στο στομάχι και τα επιμέρους όργανα και εντόσθια ήταν γενικά υγρά. Η μεταθανάτια τοξικολογική που ακολούθησε ήταν αρνητική και αποδείχθηκε πως η συγκέντρωση του νατρίου στο αίμα ήταν 92mmol/l (ενώ η φυσιολογική κυμαίνεται στα 132-144mmol/l). Επιπλέον το κάλιο, η ουρία και η γλυκόζη ήταν στα φυσιολογικά επίπεδα, ενώ η κορτιζόλη ήταν αυξημένη, πράγμα το οποίο δείχνει ότι μία κρίση του Addison δεν ήταν εφικτή. Εν κατακλείδι η αιτία θανάτου ήταν η υπονατριαιμία, ως αποτέλεσμα της υπερβολικής πρόσληψης νερού.

Η δηλητηρίαση από νερό επάγει την διαταραχή των ηλεκτρολυτών καταλήγοντας έτσι σε μία ταχεία μείωση της συγκέντρωσης του νατρίου στον οργανισμό, προκαλώντας τελικά το θάνατο. Η ανάπτυξη της υπονατριαιμίας προκαλεί νευρολογικά συμπτώματα λόγω της κίνησης του νερού προς τα κύτταρα του εγκεφάλου ως απάντηση στην πτώση της εξωκυτταρικής ωσμωτικότητας. Τα συμπτώματα μπορεί να εμφανίζονται όταν η συγκέντρωση νατρίου είναι κάτω από τα 120mmol/l, αλλά κυρίως παρατηρούνται για τιμές κάτω των 110mmol/l. Καθώς η συγκέντρωση νατρίου μειώνεται, τα συμπτώματα αρχίζουν να γίνονται και πιο έντονα καταλήγοντας τελικά σε μία κωματώδη κατάσταση. Στην συγκεκριμένη περίπτωση, η απότομη πτώση των τιμών οφείλεται στην ταχεία και υπέρμετρη πρόσληψη υγρών, η οποία αποδείχθηκε θανατηφόρα

Η εκούσια υπερευδάτωση είναι γνωστή στους ψυχολόγους αλλά οι διαθέσιμες επιστημονικές πληροφορίες για αυτή είναι ανεπαρκείς, καθώς δεν έχει πραγματοποιηθεί έρευνα πάνω στο συγκεκριμένο θέμα. Τα αρχικά συμπτώματα είναι παρόμοια με αυτά της ψύχωσης. Πιο αναλυτικά, παρατηρείται ακατάλληλη συμπεριφορά, παραισθήσεις, σύγχυση, και αποπροσανατολισμός. Εάν δεν αντιμετωπιστούν τα συμπτώματα αυτά, οδηγούν σε κρίσεις, κόμμα, ακόμα και θάνατο. Για την κατάσταση αυτή λοιπόν γνωστή και ως ψυχογενής πολυδιψία, υπάρχουν βιοχημικές και ψυχιατρικές θεωρίες που σχετίζονται μεταξύ τους. Η κατάσταση αυτή έχει παρατηρηθεί σε δείγμα νέων στρατιωτών μετά από υπονατριαιμία σε θερμό περιβάλλον. Ή ακόμα, σύμφωνα με τον Umansky το 2000, ένας 48χρονος άνδρας με χρόνια παρανοϊκή σχιζοφρένεια εμφάνισε συμπτώματα ψυχογενούς

πολυδιψίας. Αυτό προκάλεσε διαταραχές στην ισορροπία των ηλεκτρολυτών, με αποτέλεσμα ταχεία μείωση της συγκέντρωσης νατρίου στον ορό και τελικά θάνατο (Umansky L,2000). Ένα ακόμη περιστατικό έχει καταγραφεί από τον Arieff AJ το 1999, κατά το οποίο ένα παιδί έπεσε θύμα κακοποίησης αναγκάζοντάς το να καταναλώσει υπερβολική ποσότητα νερού, η οποία τελικά αποδείχθηκε θανατηφόρα, όπως φάνηκε από την παρουσία υπονατριαιμίας στις μετα θάνατον εξετάσεις (Arieff and Kronlund, 1999).

Συμπερασματικά, η δηλητηρίαση από υπέρμετρη πρόσληψη υγρών δεν αναγνωρίζεται επίσημα από την ιατρική βιβλιογραφία, ωστόσο αποτελεί ένα φαινόμενο το οποίο μπορεί να συμβεί και να προκαλέσει θάνατο. Οι ιατροί αλλά και οι ειδικοί επαγγελματίες υγείας θα πρέπει να γνωρίζουν την κατάσταση αυτή ως ψυχωτική ασθένεια έτσι ώστε να μπορέσουν να την ανιχνεύσουν από τα αρχικά στάδια και να αποφευχθεί ο θάνατος. Περαιτέρω έρευνα πρέπει να γίνει για να εξακριβωθούν οι συνθήκες κατά τις οποίες μπορεί να συμβεί το φαινόμενο αυτό. Ωστόσο η έρευνα στο κομμάτι αυτό κρίνεται δύσκολη λόγω ηθικής.

Κεφάλαιο 3: Η επίδραση των υγρών και των επιπέδων υδάτωσης στην αθλητική απόδοση

3.1 Ενυδάτωση και αφυδάτωση στην αθλητική απόδοση

Τα άτομα που ασκούν κάποια φυσική δραστηριότητα ή είναι αθλητές, πρέπει να δίνουν μεγάλη έμφαση στο να διατηρούν τον οργανισμό τους ενυδατωμένο πριν, κατά τη διάρκεια, αλλά και μετά την ολοκλήρωση της άσκησης, του αγώνα ή της προπόνησης. Κατά τη διάρκεια της άσκησης, ο αθλούμενος μπορεί να αφυδατωθεί σε περίπτωση που δεν έχει δώσει σημασία στην κατάλληλη στρατηγική ενυδάτωσης ή οι απώλειες υγρών είναι μεγαλύτερες από τις προσλαμβανόμενες ποσότητες (Kälin *et al.*, 2012). Ο ρυθμός εφίδρωσης όπως και ο ρυθμός πρόσληψης και απώλειας υγρών είναι εξατομικευμένος τόσο στα ατομικά, όσο και στα ομαδικά αθλήματα. Επομένως, ο κάθε αθλούμενος θα πρέπει να μάθει να αξιολογεί τις ανάγκες του σε υγρά ώστε να ξεκινάει την άσκηση ως βέλτιστα ενυδατωμένος και να μπορεί να αποτρέψει την αφυδάτωση κατά τη διάρκεια της άσκησης ή του αγώνα.

Η αφυδάτωση σε ποσοστό μεγαλύτερο του 2% των συνολικών απωλειών του σωματικού βάρους, επηρεάζει την απόδοση στην άσκηση, ιδιαίτερα εάν πραγματοποιείται σε θερμό περιβάλλον και εάν η άσκηση ή ο αγώνας έχουν διάρκεια μεγαλύτερη των 90 λεπτών (Maughan, 2003; Von Duvillard *et al.*, 2008). Επομένως, η πρόσληψη υγρών πρέπει να είναι επαρκής ώστε να αποφευχθεί η αφυδάτωση της τάξης του >2% των συνολικών απωλειών του σωματικού βάρους (Sawka *et al.*, 2007). Επιπρόσθετα, μελέτες έδειξαν ότι η αφυδάτωση πάνω του 2,5% και μέχρι το 5% των συνολικών απωλειών του σωματικού βάρους, έχουν αρνητική επίδραση στην απόδοση του ατόμου στην άσκηση, και μεγαλύτερη δυσκολία κατά τη διάρκειά της εκτέλεσής της, παρόλο που η μέγιστη ισχύς και δύναμη δεν επηρεάστηκαν σημαντικά από τα επίπεδα της αφυδάτωσης (Judelson *et al.*, 2012). Παρόλα αυτά, υπάρχουν μελέτες που υποστηρίζουν ότι η δύναμη και η ισχύς επηρεάζονται σημαντικά από τα επίπεδα υδάτωσης του οργανισμού, γεγονός που καθιστά απαραίτητη τη διεξαγωγή μιας πιο εκτενούς

έρευνας στην επίδραση των επιπέδων ενυδάτωσης στην αναερόβια απόδοση του ατόμου που εκτελεί την άσκηση (Judelson *et al.*, 2007).

Επιπρόσθετα, η άσκηση συνοδεύεται από αύξηση του μεταβολικού ρυθμού, κάτι το οποίο προκαλεί αύξηση της θερμοκρασίας του σώματος σε περίπτωση που οι μηχανισμοί κατά της απώλειας υγρών δε δύναται να αποδώσουν. Στις περισσότερες ασκήσεις, η αύξηση της θερμοκρασίας του σώματος είναι μικρή, αλλά αν η ένταση της άσκησης είναι έντονη ή/και η θερμοκρασία του περιβάλλοντος αυξημένη, τότε παρατηρείται μεγαλύτερη αύξηση στην θερμοκρασία του πυρήνα του σώματος του αθλούμενου (Maughan and Shirreffs, 2010). Η αφυδάτωση αυξάνει την πιθανότητα της θερμικής εξάντλησης του ατόμου, ενώ μπορεί να οδηγήσει μέχρι και σε θερμοπληξία. Η θερμοπληξία επίσης σχετίζεται και με άλλους παράγοντες όπως ο θερμικός εγκλιματισμός του ατόμου, φαρμακευτικές αγωγές που ενδεχομένως λαμβάνει, καθώς και η γενετική προδιάθεση (Hosokawa *et al.*, 2014).

Επιπλέον, η εμφάνιση μυϊκών κραμπών φαίνεται να σχετίζεται με την αφυδάτωση του αθλούμενου, όπως και με την απώλεια ηλεκτρολυτών και την μυϊκή κόπωση, κυρίως σε αθλητές που δεν έχουν εγκλιματιστεί θερμικά στο περιβάλλον στο οποίο επιτελούν την δραστηριότητα (Stofan *et al.*, 2005; Bergeron, 2014). Επίσης, άτομα που γυμνάζονται σε πιο δροσερό περιβάλλον, φαίνεται να αποτρέπουν σημαντικά την αφυδάτωση του οργανισμού και να αφυδατώνονται λιγότερο σε σχέση με άτομα που γυμνάζονται ή αθλούνται σε θερμότερο περιβάλλον (Coyle, 2004). Για να γίνει καλύτερα αντιληπτή η σημασία της στρατηγικά σωστής ενυδάτωσης, για την καλύτερη απόδοση των αθλούμενων και μη, ακολουθούν δύο σχετικές μελέτες και τα αποτελέσματα που προέκυψαν από αυτές.

Σε μια μελέτη που διεξήχθη με σκοπό να εντοπιστούν οι επιπτώσεις της αφυδάτωσης στους αθλούμενους και στην απόδοση αυτών σε ασκήσεις μικρής χρονικής διάρκειας, συμμετείχαν συνολικά 7 γυναίκες, οι οποίες συμμετείχαν σε δύο βαθμονομημένες υπομέγιστες δοκιμασίες διάρκειας 45 λεπτών. Κατά τη διάρκεια της πρώτης δοκιμασίας, οι συμμετέχουσες ήταν ενυδατωμένες, ενώ κατά τη διάρκεια της δεύτερης, ήταν αφυδατωμένες. Το αποτέλεσμα που προέκυψε από τις δύο υπομέγιστες δοκιμασίες ήταν ότι όταν οι συμμετέχουσες ήταν αφυδατωμένες, παρουσίασαν σημαντικά λιγότερη απόδοση στην δοκιμασία, σε σύγκριση με την δοκιμασία στην οποία ήταν ενυδατωμένες (Kavouras, 2019; Park *et al.*, 2021).

Σε μια άλλη μελέτη, ο Coyle το 2004, εξέτασε 8 άντρες ποδηλάτες. Οι ποδηλάτες αυτοί συμμετείχαν σε προπονήσεις ποδηλασίας διάρκειας 30 λεπτών, τόσο σε θερμό όσο και σε πιο ψυχρό περιβάλλον, και σε διάφορες καταστάσεις των επιπέδων υδάτωσής τους κάθε φορά. Από την μελέτη προέκυψε ότι ο παλμός των αθλητών που ήταν ενυδατωμένοι, δεν άλλαξε, ενώ ο παλμός των αφυδατωμένων μειώθηκε σημαντικά λόγω του χαμηλότερου όγκου αίματος και του αυξημένου καρδιακού ρυθμού (Coyle, 2004). Ακόμη, είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι οι αθλητές, αρκετές φορές δεν αναπληρώνουν πλήρως τις απώλειές των υγρών, και η ανεπαρκής πρόσληψη αυτή, μπορεί να προκύπτει από μειωμένη αίσθηση δίψας του ατόμου. Η μελέτη του Coyle επίσης έδειξε ότι η κατανάλωση υγρών κατά βούληση και όχι ακολουθώντας κάποια στρατηγική ενυδάτωσης, οδηγεί τους αθλούμενους να αντικαθιστούν μόνο την μισή ή και τα 2/3 της απώλειας των υγρών τους, όχι όμως ολόκληρη την απώλεια (Coyle, 2004; Armstrong and Kavouras, 2019).

3.2 Ιδρώτας και απώλεια ηλεκτρολυτών

Για την διατήρηση των επιπέδων υδάτωσης και του ισοζυγίου των υγρών κατά την άσκηση, ώστε να αποφευχθεί η αφυδάτωση και οι επιπτώσεις που συνεπάγονται αυτής, συνίσταται η κατανάλωση υγρών ώστε να αναπληρωθούν οι απώλειες αλλά και οι ηλεκτρολύτες λόγω εφίδρωσης του σώματος (Von Duvillard *et al.*, 2008). Ο ιδρώτας περιέχει υψηλές ποσότητες νατρίου, γεγονός που οφείλεται στο ότι η απώλεια υγρών γίνεται κυρίως από τον εξωκυττάριο χώρο. Η ποσότητα των ηλεκτρολυτών που χάνεται μέσω του ιδρώτα, εξαρτάται από το ρυθμό εφίδρωσης και τη σύσταση αυτού. Οι δύο αυτοί παράγοντες επηρεάζονται από τις περιβαλλοντικές συνθήκες στις οποίες επιτελείται η άσκηση, την φυσιολογία του ατόμου που επιτελεί την άσκηση, και από την ένταση της άσκησης αυτής. Επιπλέον, η απώλεια νερού αλλά και ηλεκτρολυτών μέσω του ιδρώτα, αυξάνεται κατά τη διάρκεια της άσκησης, καθώς επηρεάζεται από τις περιβαλλοντικές συνθήκες, την αυξημένη παραγωγή μεταβολικής θερμότητας, την ποσότητα του παραγόμενου ιδρώτα, την ένταση της άσκησης, τον ρουχισμό, την φυσική κατάσταση αλλά και τον εγκλιματισμό του ατόμου (Sawka, Wenger and Pandolf, 1996; de Korte *et al.*, 2021b).

Όσον αφορά την απότομη αύξηση της θερμοκρασίας στο σώμα, δηλαδή της υπερθερμίας, αξίζει να αναφερθεί ότι ο ιδρώτας είναι ο βασικός μηχανισμός για την αποφυγή της, καθώς

ευθύνεται για την απώλεια περίπου του 80% της συνολικής θερμότητας κατά την άσκηση, η οποία επιτυγχάνεται μέσω της εξάτμισης της ζέστης. (Kenefick, Cheuvront and Sawka, 2012). Ακόμη, επιρροή στην εφίδρωση ίσως να έχουν και τα τατουάζ που πιθανόν να φέρει ο αθλούμενος, καθώς μία έρευνα του Luetkemeier το 2017 έδειξε μειωμένη εφίδρωση και αυξημένη συγκέντρωση νατρίου στον ιδρώτα σε δέρμα που είχε τατουάζ (Luetkemeier, Hanisko and Aho, 2017). Ωστόσο, σε μία πιο πρόσφατη έρευνα που διεξήχθη το 2019, φαίνεται ότι ο μέσος όρος ιδρώτα στα σημεία που είχαν τατουάζ, ήταν ίδιος με τα σημεία όπου δεν είχαν τατουάζ (Rogers *et al.*, 2019)

3.3 Ενυδάτωση πριν, κατά τη διάρκεια και μετά την άσκηση

3.3.1 Ενυδάτωση πριν την άσκηση

Η επίδοσή φαίνεται να επηρεάζεται σημαντικά σε περίπτωση που προκύψει απώλεια μεγαλύτερη του 2% του σωματικού βάρους μέσω της απώλειας ιδρώτα. Επομένως, πριν την έναρξη της άσκησης, του αγώνα ή της προπόνησης, συνίσταται ο αθλούμενος να είναι επαρκώς ενυδατωμένος (Kerksick *et al.*, 2017), κάτι που μπορεί να επιτευχθεί, εάν το άτομο έχει καταναλώσει επαρκή ποσότητα υγρών μέσα στην ημέρα, και έχουν περάσει 8-12 ώρες από την τελευταία του άσκηση. Πιο συγκεκριμένα, οι συστάσεις από American College of Sports Medicine προτείνουν ο αθλούμενος να καταναλώνει περίπου $5/7\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}$ νερού ή αθλητικών ποτών ανά κιλό σωματικού βάρους τουλάχιστον 4 ώρες πριν την έναρξη της δραστηριότητας και $3/5\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}$ 2 ώρες πριν την δραστηριότητα (Sawka *et al.*, 2007b). Επιπλέον, οι συστάσεις που εξέδωσε η Διεθνής Εταιρεία Αθλητικής Διατροφής (International Society of Sports Nutrition- ISSN), προτείνουν την κατανάλωση 500ml νερού ή ισοτονικών ποτών τη νύχτα πριν την άσκηση, 500ml κατά το ξύπνημα και 400-600ml περίπου 20-30 λεπτά πριν την έναρξη της δραστηριότητας (Kerksick *et al.*, 2017).

Ακόμη, στην επίτευξη της επαρκούς ενυδάτωσης πριν την άσκηση, συνεισφέρει και η κατανάλωση ποτών που περιέχουν νάτριο ή η κατανάλωση αλμυρών σνακ, καθώς έχει βρεθεί ότι βοηθάει στη διέγερση του αισθήματος της δίψας, αλλά και στην συγκράτηση των υγρών που έχουν ήδη καταναλωθεί (Shirreffs and Maughan, 1998). Η χρήση λοιπόν, ποτών με νάτριο είναι θεμιτή, ειδικά όταν υπάρχουν μεγάλες απώλειες ιδρώτα ή/και η άσκηση

κρατάει πάνω από 2 ώρες (Casa *et al.*, 2019). Από την άλλη, αρκετές μελέτες έχουν αναφερθεί στον ρόλο της γλυκερόλης στην απόδοση. Ορισμένες μελέτες δείχνουν καλύτερη απόδοση με υπερενυδάτωση που προέρχεται από γλυκερόλη, όμως υπάρχουν και μελέτες που δείχνουν ότι δεν υπάρχει διαφορά μεταξύ της υπερενυδάτωσης με γλυκερόλη και της υπερενυδάτωσης με απλό νερό (Von Duvillard *et al.*, 2008). Συμπερασματικά, η κατανάλωση περίπου 375-500ml υγρών πριν την άσκηση και η κατανάλωση αλμυρών σνακ φαίνεται να βοηθούν στην διατήρηση ενός επιθυμητού επιπέδου ενυδάτωσης το οποίο δεν θα επηρεάζει αρνητικά την απόδοση του αθλούμενου.

3.3.2 Ενυδάτωση κατά τη διάρκεια της άσκησης

Για να αποφευχθεί η απώλεια υγρών σε ποσοστό μεγαλύτερο του 2% των συνολικών απωλειών του σωματικού βάρους, συνίσταται η κατανάλωση υγρών και κατά τη διάρκεια της άσκησης ή του αγώνα στον οποίο συμμετέχει ο αθλούμενος. Με αυτόν τον τρόπο αποφεύγεται και η μείωση της αθλητικής απόδοσης. Η ποσότητα των υγρών που καλείται να αναπληρώσει το άτομο εξαρτάται από την διάρκεια, την ένταση της άσκησης, τον ρυθμό εφίδρωσης και από τις ευκαιρίες και τον χρόνο που θα έχει το άτομο για να καταναλώσει υγρά κατά τη διάρκεια της άσκησης (Sawka *et al.*, 2007a). Οι αθλητές συνιστανται να προπονούν τον εαυτό τους στη κατανάλωση μεγάλης ποσότητας υγρών, ώστε να αυξήσουν την αντοχή τους σε κατανάλωση υγρών κατά τη διάρκεια της άσκησης, ώστε να παραμένουν ενυδατωμένοι ακόμα και σε θερμό περιβάλλον (Kerksick *et al.*, 2017).

Ένας τρόπος που θα βοηθήσει τον αθλούμενο στο να έχει καλύτερη αντίληψη των επιπέδων υδάτωσής του και θα βοηθήσει στον σχεδιασμό ενός κατάλληλου πλάνου αναπλήρωσης υγρών, είναι ο υπολογισμός απώλειας ιδρώτα όπου μπορεί να πραγματοποιηθεί μέσω του υπολογισμού της απώλειας βάρους κατά την άσκηση. Ο αθλούμενος ζυγίζεται πριν την άσκηση, και στο τέλος της άσκησης, και η διαφορά θα μπορεί να είναι προσεγγιστικά κοντά στην συνολική απώλεια ιδρώτα, σε περίπτωση που το άτομο δεν έχει καταναλώσει επιπλέον υγρά κατά την άσκηση. Επίσης, ο ρυθμός εφίδρωσης μπορεί να υπολογιστεί από τον εξής πολύ απλό τύπο, όπου:

A = σωματικό βάρος αθλούμενου πριν (kg)

B = σωματικό βάρος αθλούμενου μετά (kg)

C = απώλεια σωματικού βάρους (kg)

X = βάρος του μπουκαλιού (full bottles)

Y = βάρος του μπουκαλιού μετά

Z = σύνολο υγρών που καταναλώθηκαν (από το μπουκάλι)

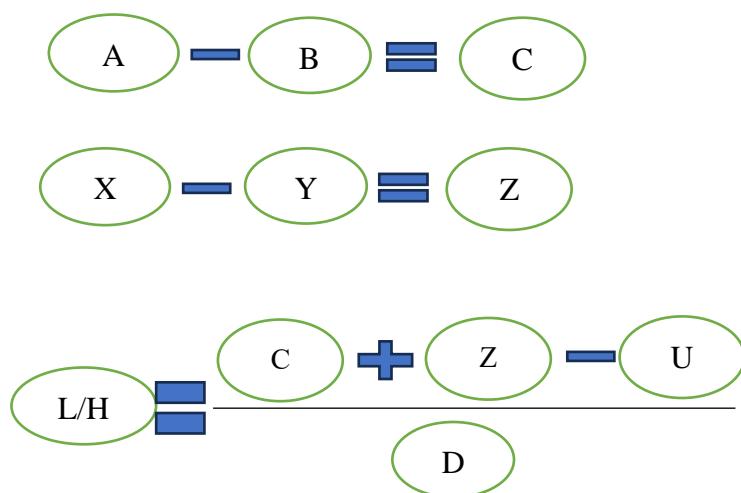
U = ποσότητα ούρων

D = διάρκεια της άσκησης (hours)

Ο ρυθμός εφίδρωσης προκύπτει από την πρόσθεση της συνολικής απώλειας σωματικού βάρους (C) και του συνόλου των υγρών που καταναλώθηκαν (Z), μείον την ποσότητα ούρων που εξήλθαν από τον οργανισμό (U), και όλο αυτό δια την διάρκεια της άσκησης (D).

Επομένως, προκύπτει ο εξής τύπος

Σχήμα 4: Υπολογισμός ρυθμού εφίδρωσης (Gonzalez *et al.*, 2009; Baker, 2017; Belval *et al.*, 2019):



$$\text{ρυθμός εφίδρωσης (L/h)} = (C+Z-U)/D$$

Για κάθε κιλό που χάνεται, συνίσταται η αναπλήρωση 450-675ml υγρών, ανεξαρτήτως της φύσης του αθλήματος (Rodriguez, DiMarco and Langley, 2009). Περισσότερο ωφέλιμη είναι η κατανάλωση αθλητικών ποτών που περιέχουν ποσότητα υδατάνθρακα, νατρίου και

καλίου για τη παροχή ενέργειας και τη βέλτιστη αναπλήρωση των χαμένων ηλεκτρολυτών μέσω του ιδρώτα αντίστοιχα. Επιπλέον, το νάτριο βοηθάει στην τόνωση του αισθήματος της δίψας, και συνεπώς στην μεγαλύτερη πρόσληψη υγρών, με αποτέλεσμα την διατήρηση της ενυδάτωσης κατά τη διάρκεια της άσκησης (Sawka *et al.*, 2007a; Von Duvillard *et al.*, 2008).

3.3.3 Ενυδάτωση μετά το πέρας της άσκησης

Μετά το πέρας της άσκησης, του αγώνα ή της αθλητικής δραστηριότητας, ο βασικός στόχος είναι η πλήρης αναπλήρωση των υγρών που χάθηκαν κατά τη διάρκειά της. Επομένως, για κάθε 1 Kg που χάθηκε κατά τη διάρκεια της άσκησης, συνιστάται η αναπλήρωση 1,25 – 1.5 L υγρών (Thomas, Erdman and Burke, 2016). Για παράδειγμα, αν κάποιο άτομο μετά την άσκηση έχει χάσει 2 κιλά, τότε θα πρέπει να καταναλώσει 3 λίτρα υγρών για να αποκαταστήσει την υδατική ισορροπία με επιτυχία, σε συνδυασμό με κατανάλωση τροφίμων που περιέχουν νάτριο. Επιπλέον, με βάση τις συστάσεις της Αμερικανικής Ένωσης Διαιτολόγων (American Dietetic Association - ADA), συνίσταται η κατανάλωση 450-675ml για κάθε 0,5kg απώλειας σωματικού βάρους (Rodriguez, DiMarco and Langley, 2009).

Η ταχύτητα και ο τρόπος αναπλήρωσης εξαρτώνται από το πόσο μεγάλο είναι το έλλειμα υγρών και ηλεκτρολυτών που προέκυψε από την άσκηση. Σε περίπτωση που το άτομο δεν έχει κάποιον χρονικό περιορισμό ή κάποιον παράγοντα που να τον παρεμποδίζει, η σταδιακή κατανάλωση νερού, σε συνδυασμό με απλά γεύματα που περιέχουν νάτριο, αρκούν για την αποκατάσταση των απωλειών (Sawka *et al.*, 2007b). Επιπλέον, τρόφιμα αλλά και ποτά που περιέχουν νάτριο, συνεισφέρουν στην αποκατάσταση των επιπέδων υδάτωσης, καθώς το νάτριο βοηθάει σημαντικά στην διατήρηση των υγρών που καταναλώθηκαν και στην τόνωση του αισθήματος της δίψας, με αποτέλεσμα το άτομο να μπορεί να επανέλθει πιο γρήγορα σε ενυδατωμένη φάση. Ειδικά η πρόσληψη νατρίου σε μορφή διαλυμάτων ηλεκτρολυτών και γλυκόζης συνεισφέρουν στην ενυδάτωση καλύτερα από την απλή κατανάλωση νερού καθώς φαίνεται δύσκολο να αναπληρωθεί η επιθυμητή ποσότητα νατρίου μόνο μέσω του αλατιού στο φαγητό (Kerksick *et al.*, 2017; Veniamakis *et al.*, 2022)

3.4 Πρακτικές στρατηγικές παρακολούθησης των επιπέδων υδάτωσης

Οι αθλητές και γενικώς τα άτομα που επιτελούν κάποια φυσική δραστηριότητα ή κάποια άσκηση, συνιστάται να διατηρούν το σώμα τους ενυδατωμένο ώστε να επιτυγχάνουν μέγιστα αποτελέσματα χωρίς να επιτρέπουν στην αφυδάτωση να υπονομεύει την προσπάθειά τους και την απόδοσή τους. Ενώ υπάρχουν πολλές διαφορετικές τεχνικές αξιολόγησης της ενυδάτωσης, δεν υπάρχει κάποια που να μπορεί να ανταποκρίνεται σε οποιαδήποτε κατάσταση βρίσκεται το άτομο που επιτελεί την άσκηση. Είναι δύσκολο να εφαρμοστούν λόγω έλλειψης του απαραίτητου μηχανισμού και των κατάλληλων συνθηκών, που απαιτούνται για την ακρίβεια της μέτρησης ώστε να ληφθεί το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα. Για αυτό το λόγο, παρακάτω θα αναφερθούν μερικές στρατηγικές ενυδάτωσης που θα βοηθήσουν το άτομο να παραμείνει ενυδατωμένο παρά τις όποιες δυσκολίες κληθεί να αντιμετωπίσει.

1. Παρακολούθηση των αλλαγών στο βάρος του αθλούμενου πριν και μετά την άσκηση, μπορεί να δείξει τις απώλειες σε νερό και ιδρώτα και να υπολογιστεί η κατάλληλη ποσότητα αναπλήρωσης υγρών. (Belval *et al.*, 2019) Η αναπλήρωση θα γίνει με βάση τις συστάσεις που προαναφέρθηκαν στις υποενότητες 3.3.2, 3.3.3.
2. Οι αλλαγές στο βάρος σε συνδυασμό με το χρώμα των ούρων μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως δείκτες αξιολόγησης μετά από κάθε άσκηση.
3. Σύνταξη μιας στρατηγικής ενυδάτωσης που να ταιριάζει στο εκάστοτε άθλημα. Να έχουν ληφθεί υπόψιν τα διαλείμματα και οι ευκαιρίες για ενυδάτωση,
4. Ο αθλούμενος να ξεκινάει την άσκηση ενυδατωμένος ώστε να αποφευχθεί μείωση μεγαλύτερη του 2% του Σ.Β κατά τη διάρκεια της άσκησης
5. Στη στρατηγική ενυδάτωσης που θα ακολουθήσει ο αθλούμενος, πρέπει να λαμβάνονται υπόψιν οι περιβαλλοντικές συνθήκες στις οποίες θα εκτυλιχτεί το άθλημα ή η προπόνηση καθώς παίζουν σημαντικό ρόλο στις απώλειες υγρών μέσω του ιδρώτα. (Sawka *et al.*, 2007a; Von Duvillard *et al.*, 2008; Belval *et al.*, 2019)

Επιπλέον, αξίζει να αναφερθεί ότι η ένταση και το είδος της άσκησης μπορούν να επηρεάσουν τον ρυθμό των γαστρικών κενώσεων. Οι γαστρικές κενώσεις θα πρέπει να

λαμβάνονται υπόψιν στην διαδικασία της ενυδάτωσης, καθώς αν υπολογίζονται μόνο οι απώλειες μέσω του ιδρώτα, υπάρχει κίνδυνος ο αθλούμενος να μην καλύψει πλήρως τις ανάγκες του σε υγρά. Επομένως, ο αθλούμενος συστήνεται να καταναλώσει μεγαλύτερη ποσότητα υγρών από την ήδη υπολογισμένη, ώστε να καλύψει πιθανές απώλειες που θα προκύψουν από γαστρικές κενώσεις. Επίσης, αξίζει να σημειωθεί ότι κατά τη διάρκεια έντονων ασκήσεων, είναι πολύ πιθανό να περιοριστεί η πρόσληψη υγρών του αθλητή λόγω των γαστρικών κενώσεων, οπότε συνιστάται η αύξηση της πρόσληψης υγρών πριν ή μετά την άσκηση (Horner *et al.*, 2014).

Κεφάλαιο 4 : Υγρά και συστάσεις ενυδάτωσης σε διάφορα αθλήματα

4.1 Πρόσληψη υγρών σε αθλήματα αντοχής

Τα αθλήματα αντοχής όπως ο μαραθώνιος, το τρίαθλο και η ποδηλασία, καθώς διαρκούν αρκετές ώρες, είναι αρκετά επίπονα για το σώμα του αθλητή και απαιτούν συνεχή ενυδάτωση για την διατήρηση της αθλητικής απόδοσης καθώς και για την πρόληψη της κόπωσης. Για τους λόγους αυτούς θα πρέπει να δοθεί έμφαση σε τρεις περιόδους. Πριν, κατά τη διάρκεια αλλά και μετά από το αγώνισμα. Πιο συγκεκριμένα :

1. Πριν το αγώνισμα: Για αγώνισμα διάρκειας έως και 90 λεπτά ο αθλούμενος θα πρέπει να λαμβάνει 7-10g/kg σωματικού βάρους την προηγούμενη ημέρα. Ενώ για μαραθώνιο των 40 ή 50χλμ τότε θα πρέπει να λαμβάνει 10-12 g/kg σωματικού βάρους. Επιπλέον χρήσιμα φαίνονται και τα διαλύματα που περιέχουν νάτριο (20-50mEq/L) καθώς περιορίζουν τη δίψα και κατακρατούν τα υγρά. (Sawka *et al.*, 2007b; Burke, Jones, *et al.*, 2019)

2. Κατά το αγώνισμα: Για διάρκεια μεγαλύτερη των 90 λεπτών ο αθλούμενος θα πρέπει να λαμβάνει 75-90g/h. Σε αθλητικά γεγονότα όπως ο ημι-μαραθώνιος υπάρχουν στοιχεία που αποδεικνύουν πως η στοματική πλήση με διαλύμα υδατανθράκων έχει ευεργετική δράση καθώς αυξάνει την απόδοση. Επιπλέον συνίσταται η κατανάλωση αθλητικών ποτών που περιέχουν νάτριο (~20–30 meq/Lj1), κάλιο (2–5 meq/Lj1) και υδατάνθρακα σε ποσότητα 5-10%. Επιπλέον, σε μία έρευνα που πραγματοποιήθηκε σε 12 καλά προπονημένους άντρες δρομείς, φάνηκε ότι έχει καλύτερα αποτελέσματα η κατανάλωση 200ml διαλύματος υδατάνθρακα κάθε 20 λεπτά (200ml/20min) παρά η κατανάλωση 50ml κάθε 5 λεπτά (50ml/5min) (Mears *et al.*, 2020)
3. Μετά το αγώνισμα: Στόχος είναι η αναπλήρωση των χαμένων υγρών καθώς και ηλεκτρολυτών (Na, K). Το γεγονός αυτό επιτυγχάνεται με την πρόσληψη αναλογίας 1,5 λίτρου νερού για κάθε 1 λίτρο απώλειας υγρών (Burke, Castell, *et al.*, 2019).

4.2 Πρόσληψη υγρών σε ομαδικά αθλήματα

Ομαδικά αθλήματα όπως το ποδόσφαιρο, το ράγκμπι αλλά και το μπάσκετ αποτελούνται από ξαφνικές υπερμέγιστες προσπάθειες καθώς και από αρκετές παύσεις κατά τον αγώνα. Η πρόσληψη υγρών λοιπόν διαφοροποιείται ανάλογα με το άθλημα, τις περιβαλλοντικές συνθήκες αλλά και το ρυθμό εφίδρωσης του κάθε αθλούμενου. Πιο συγκεκριμένα, οι συστάσεις για τη σωστή ενυδάτωση διαμορφώνονται ως εξής:

1. Πριν τον αγώνα: Οι αθλούμενοι θα πρέπει να μεριμνούν έτσι ώστε να ξεκινούν τον αγώνα στην βέλτιστη κατάσταση ενυδάτωσης, η οποία θα αξιολογηθεί μέσω διαφόρων δεικτών. Επιπλέον ο αθλούμενος θα πρέπει να λάβει 3 ώρες πριν το αγώνισμα ποσότητα υδατανθράκων ίση με 2,5g/kg σωματικού βάρους, εστιάζοντας σε υδατάνθρακες υψηλού γλυκαιμικού δείκτη για την άμεση απορρόφηση τους. Επιπλέον, συνιστάται η κατανάλωση 500-600ml νερού 2-3 ώρες πριν τον αγώνα (Sawka *et al.*, 2007b).
2. Κατά τον αγώνα: Συνιστάται ο αθλούμενος να αξιοποιεί τις ενδιάμεσες παύσεις και τα διαλλείματα ώστε να αναπληρώσει τις απώλειες σε υγρά αλλά και ηλεκτρολύτες. Αρκετά σημαντικά στοιχεία αποδεικνύουν ότι καταναλώνοντας αθλητικό πότο υδατανθράκων με συγκέντρωση 6%, υπάρχει βελτίωση στην αθλητική απόδοση.

3. Μετά τον αγώνα: Αναπλήρωση αποθηκών γλυκογόνου με τη χρήση αθλητικών ποτών με στόχο 5-9g(CHO)/kg σωματικού βάρους και την κατανάλωση 1.2 – 1.5 L νερού για κάθε kg που χάθηκε (Williams and Rollo, 2015; Thomas, Erdman and Burke, 2016; Rollo *et al.*, 2021)

4.3 Πρόσληψη υγρών σε αθλήματα πάλης

Στο αθλήματα αυτά οι αθλητές πρέπει να πληρούν τις προϋποθέσεις σωματικού βάρους, έτσι ώστε να αγωνίζονται στις κατάλληλες κατηγορίες. Για να επιτευχθεί αυτό χρησιμοποιούνται πρακτικές όπως η αφυδάτωση του οργανισμού, με στόχο τη μείωση του σωματικού βάρους, μέσω της απώλειας υγρών. Όταν λοιπόν γίνει η τελική ζύγιση, στη συνέχεια, οι αθλητές πρέπει να μεριμνήσουν επαν-υδάτωση τους.

1. Πριν τον αγώνα: Συστήνεται η πρόσληψη 1-2g CHO/kg σωματικού βάρους για 3-4 ώρες πριν ή 200-300gr. Επίσης οι αθλητές θα πρέπει να βρίσκονται σε μία καλή κατάσταση ενυδάτωσης πριν τον αγώνα, πράγμα το οποίο επιτυγχάνεται με τον έλεγχο των δεικτών ενυδάτωσης. Συστήνεται να καταναλώνουν 500-600ml νερού 2-3 ώρες πριν, καθώς και 200-300ml 20 λεπτά πριν τον αγώνα.
2. Κατά τη διάρκεια: συνίσταται διάλυμα 240-480ml νερού με συγκέντρωση υδατάνθρακα(CHO) του 6-8%.
3. Μετά τον αγώνα: Αναπλήρωση των αποθηκών γλυκογόνου στοχεύοντας σε υδατάνθρακες υψηλού γλυκαιμικού δείκτη για την γρήγορη απορρόφηση τους. Επιπλέον κατανάλωση υγρών σε ποσοστό 150% των απωλειών του σωματικού βάρους που προήλθαν από τον αγώνα (Smith *et al.*, 2001; Hoffman and Maresh, 2011)

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Το νερό είναι ένα από τα βασικότερα συστατικά για το ανθρώπινο σώμα. Αποτελεί περίπου το 60% αυτού και κατανέμεται στο αίμα, σε όργανα, στους μυς. Το νερό, προσλαμβάνεται κυρίως αυτούσιο ή περιέχεται σε ροφήματα, αλλά και στην τροφή. Ακόμα, ένα πιο μικρό ποσοστό αυτού, παράγεται μέσα από διάφορες μεταβολικές διαδικασίες. Απορροφάται από τμήματα του λεπτού εντέρου, ενώ απομακρύνεται κυρίως μέσω των ούρων, όπως και των κοπράνων, της αναπνευστικής οδού και την παραγωγή ιδρώτα. Ειδικά σε αθλούμενους, ανάλογα πάντα με την ένταση και τη διάρκεια της άσκησης, η εφίδρωση είναι σημαντικά αυξημένη σε σχέση με έναν άνθρωπο ο οποίος δεν αθλείται. Η ποσότητα που παράγεται σε κάθε άνθρωπο καθορίζεται από διάφορους παράγοντες, όπως το γενετικό υπόβαθρο, το κλίμα (θερμοκρασία, υγρασία, άνεμοι), η δυσκολία του αθλήματος, ρουχισμός.

Η μειωμένη πρόσληψη νερού σε έναν οργανισμό, μπορεί να οδηγήσει σε αφυδάτωση, μία κατάσταση η οποία συνοδεύεται από συμπτώματα όπως κόπωση, ζάλη, σκούρο χρώμα των ούρων, δίψα, και σε σοβαρότερες περιπτώσεις μπορεί να αποβεί μοιραία. Αντίθετα, η υπερβολική πρόσληψη νερού, δηλαδή η υπερυδάτωση, δύναται να οδηγήσει σε υπονατρίαμια. Αυτό γίνεται αντιληπτό λόγω της αυξημένης έκκρισης της αντιδιουρητικής ορμόνης, εξαιτίας της αυξημένης δραστηριότητας των νεφρών. Και αυτή η κατάσταση είναι εξίσου απειλητική για την ανθρώπινη ζωή.

Το υδατικό προφίλ ενός ανθρώπινου οργανισμού, μπορεί να προσδιοριστεί μεταξύ άλλων, με καταγραφή των μεταβολών του σωματικού βάρους, το χρώμα των ούρων, τη δίψα. Να αναφερθεί ότι συστήνεται η πρόσληψη 2,5-3,5 λίτρα την ημέρα, στην περίπτωση ενός εύκρατου κλίματος και ήπιας άθλησης. Σε άτομα τα οποία αθλούνται συστηματικά και σε μέτρια/υψηλή ένταση και σε θερμό περιβάλλον, υπολογίζεται πως η απώλεια υγρών είναι περίπου στο 2% της συνολικής μάζας του σώματος. Αυτό έχει επίπτωση τόσο στην υγεία, στη φυσιολογική ομοιόσταση του οργανισμού, όσο και στην αθλητική απόδοση, με την κόπωση και τους τραυματισμούς να εκδηλώνονται κυρίως. Στις δραστηριότητες αντοχής, οι οποίες ενεργοποιούν τον αερόβιο μεταβολισμό, είναι που εμφανίζονται περισσότερο τα παραπάνω, σε αντίθεση με δραστηριότητες που απαιτούν δύναμη και ενεργοποιούν τον αναερόβιο μεταβολισμό. Η απώλεια αυτή υγρών σε ποσοστό μεγαλύτερο του 2%, μπορεί να προκληθεί λόγω του είδους και της έντασης της προπόνησης, το κλίμα (θερμοκρασία,

υγρασία, άνεμοι), ρουχισμού, μη πρόσληψη υγρών. Επομένως, οι αθλητές, θα πρέπει να είναι ιδιαίτερα συνεπείς με την πρόσληψη υγρών τόσο πριν, κατά τη διάρκεια, αλλά και μετά τον αγώνα/προπόνηση, όπως επίσης να καθοδηγηθούν σύμφωνα με εξατομικευμένες πρακτικές ενυδάτωσης. Και αυτό διότι κάθε αθλούμενος έχει διαφορετικό ρυθμό με τον οποίο παράγει ιδρώτα, ή ακόμα, ο ιδρώτας διαθέτει διαφορετική σύσταση ηλεκτρολυτών. Η επαρκής πρόσληψη υγρών από τους αθλούμενους, μπορεί να συμβεί με διάφορους τρόπους. Αρχικά, ανάλογα με την αίσθηση δίψας, ο αθλούμενος πίνει οποιαδήποτε στιγμή πριν, κατά τη διάρκεια ή μετά την προπόνηση/αγώνα, όσο επιθυμεί τη δεδομένη χρονική στιγμή. Ακόμα, ορισμένοι αθλητές στηρίζονται στην προγραμματισμένη πρόσληψη ποσότητας υγρών, για την αποφυγή της αφυδάτωσης. Άρα, κύριο μέλημα κάθε αθλούμενου, ώστε να είναι προπονεύεται/αγωνίζεται βέλτιστα, είναι η ποσότητα του νερού που χάνεται ειδικά λόγω εφίδρωσης, να αναπληρώνεται από την κατάλληλη και επαρκή πρόσληψη υγρών. Αυτό όμως να γίνεται με ασφαλή τρόπο, μη θέτοντας την υγεία του αθλούμενου σε κίνδυνο (π.χ. κίνδυνος υπονατριαιμίας λόγω υπερυδάτωσης).

Είναι πολύ σημαντικό για τους αθλητές να υπάρχει λεπτομερής καταγραφή της ποσότητας, το είδος του υγρού που λαμβάνουν, αλλά και σε ποιο χρονικό διάστημα (πριν/κατά τη διάρκεια/μετά) γίνεται αυτό. Διαφοροποιήσεις στις παραμέτρους αυτές σχετίζονται με το είδος και τη διάρκεια του αθλήματος/προπόνησης. Όταν δηλαδή είναι ολιγόλεπτο, η κατανάλωση του ροφήματος συστήνεται πριν την έναρξη αυτού έτσι ώστε να είναι ενυδατωμένος. Οι επιστημονικές μελέτες οι οποίες εστιάζουν στο ζήτημα αυτό είναι αντικρουόμενες. Με άλλα λόγια υπάρχουν μελέτες στις οποίες υποστηρίζεται ότι δεν είναι δυνατό να αναπληρωθεί το σύνολο της απώλειας υγρών του οργανισμού. Σε άλλες πάλι μελέτες, υποστηρίζεται ότι οι αθλητές θα μπορούσαν να καταναλώνουν ροφήματα ανάλογα με το αίσθημα της δίψας. Πάρα λοιπόν τα διάφορα επιστημονικά ευρήματα, αυτό που συστήνεται ευρέως είναι ότι να μην υπάρχει απώλεια υγρών περισσότερη από το 2% του σωματικού βάρους και ταυτόχρονα, να μην αυξάνεται και το σωματικό βάρος του αθλούμενου λόγω της κατανάλωσης υγρών (Coyle, 2004).

Υπάρχουν διάφορες συστάσεις τις οποίες μπορούν να συμβουλευτούν οι ασκούμενοι, προκειμένου να αποφεύγονται οι συνέπειες της μη επαρκούς ποσότητας υγρών στον οργανισμό και την αθλητική απόδοση. Για παράδειγμα, είναι ιδιαίτερα χρήσιμο, οι ασκούμενοι να υπολογίζουν το σωματική τους μάζα πριν και μετά την προπόνηση/αγώνα,

αναλογιζόμενοι ταυτόχρονα να μην παρατηρείται απόκλιση $>2\%$, όπως και όλους εκείνους τους παράγοντες που προαναφέρθηκαν, αναφορικά με τον προσδιορισμό του υδατικού τους προφίλ. Έτσι, θα μπορούν να υπολογίσουν εκτός την απαιτούμενη ποσότητα πρόσληψης νερού, αλλά και του ρυθμού εφίδρωσής τους. Ακόμα, σημαντικό είναι να παρατηρείται το χρώμα των ούρων, το οποίο να αποφεύγεται να είναι σκούρο, αλλά και τη συχνότητα ούρησης, και βάσει αυτών να προβαίνει στις κατάλληλες τροποποιήσεις (π.χ. αύξηση της πρόσληψης ροφημάτων). Οι γαστρικές κενώσεις θα πρέπει να λαμβάνονται και αυτές υπόψη κατά τον υπολογισμό της πρόσληψης υγρών, καθώς ο αθλούμενος υπολογίζοντας τις απώλειες μόνο λόγω εφίδρωσης, ίσως να μην καλύψει πλήρως τις ανάγκες του σε υγρά. Απαραίτητη επίσης είναι η επαρκής πρόσληψη ηλεκτρολυτών. Πιο συγκεκριμένα, να επιτυγχάνεται πρόσληψη των τροφών εκείνων που είναι πλούσιες σε κάλιο, νάτριο. Εξίσου αποτελεσματικό είναι και η προσμέτρηση της επίδρασης του περιβάλλοντος στο οποίο πραγματοποιείται η άσκηση/αγώνας/προπόνηση. Με άλλα λόγια, σε ένα μη θερμό περιβάλλον, οι απώλειες υγρών του σώματος είναι λιγότερες συγκριτικά με άθληση σε θερμό περιβάλλον. Προτείνεται η αύξηση των υγρών που θα καταναλώσει αν βρίσκεται σε ένα θερμό κλίμα, και να επιλέξει προσεκτικά την ένδυσή του, βάσει του κλίματος στο οποίο θα επιτελέσει την προπόνηση/αγώνα (Mitchell et al., 1972).

Κάτι ακόμα που ο ασκούμενος οφείλει να προσέχει εκτός την επαρκή κατανάλωση ροφημάτων, είναι και επαρκής και κατάλληλη πρόσληψη θρεπτικών συστατικών όπως οι υδατάνθρακες. Πιο συγκεκριμένα, αυτό μπορεί να επιτευχθεί και από την κατανάλωση αθλητικών ποτών, τα οποία, εκτός από υδατάνθρακα, περιέχουν και ηλεκτρολύτες (π.χ. νάτριο, κάλιο), για την αναπλήρωση και αυτών. Ρόλος των υδατανθράκων είναι να προσδώσουν ενέργεια στον αθλούμενο. Το νάτριο βοηθάει σημαντικά στην διατήρηση των υγρών που καταναλώθηκαν και στην τόνωση του αισθήματος της δίψας, με αποτέλεσμα το άτομο να μπορεί να επανέλθει πιο γρήγορα σε ενυδατωμένη φάση. Ακόμα, οι υδατάνθρακες συμβάλλουν στο ρυθμό απορρόφησης του νατρίου και του νερού στα πρώιμα τμήματα του λεπτού εντέρου. Όπως επίσης η γεύση του αθλητικού ποτού, μπορεί να διευκολύνει την επίτευξη της αναγκαίας ποσότητας του αθλούμενου.

Τέλος, το πλάνο ενυδάτωσης των αθλούμενων καθορίζεται και από το είδος του αθλήματος στο οποίο επιδίδεται. Ενδεικτικά παραδείγματα της παρούσας εργασίας που αναλύθηκαν, αποτελούν: η καλαθοσφαίριση, αθλήματα στίβου (αθλητές πολλαπλών

αγωνισμάτων, άλτες, ρίπτες), τένις, χειμερινά αθλήματα (για παράδειγμα σκι, αγώνες μεγάλων αποστάσεων), ποδόσφαιρο. Είναι προφανές ότι ανάλογα με το είδος του αθλήματος, το αερόβιο / αναεροβίο σύστημα ενέργειας που αξιοποιείται, προτείνονται και οι κατάλληλες στρατηγικές ενυδάτωσης και κατ' επέκταση την επίτευξη της βέλτιστης αθλητικής απόδοσης.

Σύμφωνα με τη μελέτη του Nuccio και των συνεργατών το 2017, σημαντική υποϋδάτωση (>2% του σωματικού βάρους) έχει περισσότερο αναφερθεί στην περίπτωση του ποδόσφαιρου. Αν και άλλα αθλήματα, όπως για παράδειγμα η καλαθοσφαίριση, το τένις, το χόκεϊ επί πάγου, έχουν και σε αυτά αναφερθεί υψηλά ποσοστά εφίδρωσης, οι διαταραχές της ισορροπίας υγρών ήταν γενικά ήπιες, υποδηλώνοντας ότι οι ευκαιρίες κατανάλωσης υγρών ήταν επαρκείς για να παρέχουν στους περισσότερους αθλητές αρκετά υγρά ούτως ώστε να αναπληρώσουν σημαντικές απώλειες υγρών. Φαίνεται ότι η υποϋδάτωση είναι πιο πιθανό να βλάψει τη γνωστική ικανότητα, τις τεχνικές δεξιότητες και τη σωματική απόδοση σε υψηλότερα επίπεδα απώλειας μάζας σώματος (3% -4%) και όταν αυτό συνοδεύεται από θερμικό στρες. Ωστόσο, αξίζει να αναφερθούν και ορισμένοι περιορισμοί αναφορικά με την ισορροπία υγρών και την αθλητική απόδοση στα προαναφερόμενα αθλήματα. Ο περιορισμός αυτός σχετίζεται με το είδος του τεστ που χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της επίδρασης της υποϋδάτωσης στα αγωνίσματα αυτά. Τα πρωτόκολλα και τα τεστ που χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση της απόδοσης στα ομαδικά αθλήματα, θα πρέπει να είναι ειδικά για το εν λόγω άθλημα (δηλαδή, να μιμούνται τις πραγματικές σωματικές απαιτήσεις και δεξιότητες που απαιτούνται) και τα υποκείμενα θα πρέπει να είναι εξοικειωμένα με τις μεθόδους πριν από την έναρξη των πειραματικών δοκιμών. Οι δοκιμές θα πρέπει επίσης να είναι έγκυρες, αξιόπιστες και ευαίσθητες για τον εντοπισμό μικρών, αλλά υπαρκτών διαφορών στην απόδοση (Nuccio *et al.*, 2017).

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η κατανάλωση υγρών και συμπληρωμάτων έχει ως στόχο ο αθλούμενος να είναι ενυδατωμένος. Δηλαδή στα κύτταρα του ανθρώπινου σώματος, υγρά και ηλεκτρολύτες να βρίσκονται σε ισορροπία. Αυτό λοιπόν εξασφαλίζει τη φυσιολογική λειτουργία του οργανισμού. Η ισορροπία αυτή επιτυγχάνεται και διατηρείται όταν η ποσότητα των υγρών που απομακρύνονται από τον οργανισμό, αναπληρώνονται. Η ενυδάτωση, πόσο μάλλον για συστηματικά ασκούμενους ανθρώπους, οι οποίοι επιδίδονται σε αθλήματα ποικίλους έντασης, διάρκειας και συχνότητας, είναι απαραίτητο να διασφαλίζεται τόσο πριν την έναρξη της δραστηριότητας/προπόνησης/αγώνα, κατά τη διάρκεια, αλλά και με το πέρας αυτού.

Η κατανάλωση υγρών κατά τη διάρκεια της δραστηριότητας, στοχεύει επίσης στην αποφυγή της αφυδάτωσης του οργανισμού της τάξεως του 2% του πραγματικού σωματικού βάρους. Και αυτό διότι κατά τη διάρκεια μίας προπόνησης/αγώνα, ο όγκος του αίματος αυξάνεται. Επομένως, αυξάνεται και ο ρυθμός με τον οποίο παράγεται ιδρώτας, το οποίο με τη σειρά του οδηγεί σε αύξηση της απώλειας των υγρών αλλά και των ηλεκτρολυτών του ανθρώπινου σώματος. Στην περίπτωση όπου η απώλεια αυτή δεν καλυφθεί από τον ασκούμενο, οδηγεί στην αφυδάτωση του οργανισμού. Η αφυδάτωση συνοδεύεται από διάφορες ανεπιθύμητες ενέργειες, όπως για παράδειγμα σύγχυση, πονοκέφαλο, κόπωση και απώλεια συγκέντρωσης. Ακόμα, η αφυδάτωση αυτή, λόγω λοιπόν αυτών των ανεπιθύμητων ενεργειών που προκαλεί, επηρεάζει σαφώς και την επίδοση των αθλούμενων στη διεξαγωγή της προπόνησης/αγώνα. Ειδικά αυτό παρατηρείται σε ορισμένα αθλήματα, όπως για παράδειγμα τένις, καλαθοσφαίριση, ποδόσφαιρο, τένις, χειμερινά αθλήματα (π.χ. σκι), αθλήματα στίβου, στα οποία απαιτείται πνευματική εγρήγορση για τη μέγιστη απόδοση.

Ο ρυθμός εφίδρωσης διαφέρει από αθλούμενο σε αθλούμενο και γενικά μεταξύ των ανθρώπων. Ο ρυθμός αυτός, επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες, όπως για παράδειγμα τα βιολογικά χαρακτηριστικά του ανθρώπου, αλλά και της ίδιας της αθλητικής δραστηριότητας που επιτελεί ο αθλούμενος, δηλαδή το είδος της άσκησης, η ένταση αλλά και η διάρκεια. Αυτό δηλαδή που πραγματοποιείται και συστήνεται ευρέως στους αθλητές, είναι ότι κατά τη διάρκεια της προπόνησης/αγώνα, αν αυτό διαρκεί γύρω στη μία ώρα, η σταδιακή κατανάλωση νερού είναι επαρκής ώστε ο οργανισμός να μην είναι αφυδατωμένος. Στην περίπτωση όμως που διαρκεί για περισσότερη από μία ώρα, εκτός από νερό, είναι

σημαντική και η πρόσληψη ροφημάτων με ηλεκτρολύτες. Επίσης, ορισμένοι σημαντικοί παράγοντες είναι η γενετική προδιάθεση, όπως επίσης και το κλίμα. Για παράδειγμα, σε περιβάλλον άσκησης/προπόνησης/αγώνα το οποίο είναι θερμό, καταναλωθεί μεγάλη ποσότητα νερού, τα υγρά του σώματος αραιώνονται. Άρα, αυτό επιφέρει μεγαλύτερες απώλειες υγρών με την ούρηση. Επίσης, η κατανάλωση αθλητικών ροφημάτων που περιέχουν υδατάνθρακες και ηλεκτρολύτες, φαίνεται να προσφέρουν περισσότερα πλεονεκτήματα αντί της κατανάλωσης απλού νερού. Έτσι, κρίνεται απαραίτητη η λήψη αθλητικών ποτών, ειδικά εκείνα τα οποία περιέχουν νάτριο και εξασφαλίζουν την ενυδάτωση του οργανισμού.

Συμπεραίνεται εύκολα λοιπόν ότι είναι άκρως απαραίτητο ο σχεδιασμός μια κατάλληλης, εξατομικευμένης στρατηγικής ενυδάτωσης, για τον προσδιορισμό του κατάλληλου, εξατομικευμένου προφίλ ενυδάτωσης των ασκούμενων, για την επίτευξη της βέλτιστης αθλητικής απόδοσης. Αυτό έρχεται σε αντιδιαστολή με την κατά βούληση κατανάλωση νερού, η οποία παρατηρείται πως οδηγεί σε ήπια αφυδάτωση του οργανισμού (δηλαδή απώλεια υγρών <2% του σωματικού βάρους). Και αυτό διότι, λόγω των απαιτήσεων της άσκησης/προπόνησης/αγώνα, δεν καταναλώνεται η απαραίτητη ποσότητα νερού. Έχει δηλαδή καταγραφεί ότι οι αθλητές οι οποίοι καταναλώνουν την ποσότητα εκείνη που οι ίδιοι επιθυμούν κατά τη διάρκεια της προπόνησης/αγώνα, οδηγούνται στην αναπλήρωση μόνο της μισής περίπου ποσότητας υγρών η οποία χάνεται.

Να σημειωθεί ότι η εξατομικευμένη, στρατηγική ενυδάτωσης για κάθε ασκούμενο, συμπεριλαμβάνει και το κλίμα (θερμοκρασία, υγρασία, άνεμοι) της προπόνησης/αγώνα, αλλά και το είδος της άσκησης. Ακόμα, συστήνεται ιδιαίτερη προσοχή όσο αφορά στον όγκο των υγρών που καταναλώνεται, καθώς αυτό μπορεί να επιφέρει ενοχλήσεις στην περιοχή του στομάχου, όπως δηλαδή δυσφορία και φούσκωμα, το οποίο επίσης μπορεί να οδηγήσει στη μείωση της αθλητικής απόδοσης. Άρα λοιπόν, η προγραμματισμένη, στοχευμένη πρόσληψη υγρών κατά τη διάρκεια της άσκησης/αγώνα/ προπόνησης, μπορεί να είναι σε πλήρη ισορροπία με την ποσότητα των υγρών εκείνων που χάνονται από το σώμα. Η προσέγγιση αυτή δηλαδή είναι η ιδανική για την εξασφάλιση της βέλτιστης απόδοσης στα αθλήματα.

Σημαντική επίσης είναι η αναπλήρωση υγρών μετά το πέρας της αθλητικής δραστηριότητας. Πιο συγκεκριμένα, η ποσότητα εκείνη των υγρών και των ηλεκτρολυτών η

οποία χρειάζεται να αναπληρωθεί από τον αθλούμενο, είναι ανάλογη και με το βαθμό απώλειας του εκάστοτε οργανισμού. Ο πιο απλός και εύκολος τρόπος που προτείνεται είναι η αξιολόγηση των επιπέδων υδάτωσης του ανθρώπινου οργανισμού μέσω του υπολογισμού της απώλειας βάρους. Πρόκειται για μια μέθοδο η οποία είναι αποτελεσματική. Και αυτό διότι καθώς η μεταβολή βάρους που παρατηρείται σε σύντομο χρονικό διάστημα, είναι η μεταβολή και απώλεια νερού από τον οργανισμό. Να αναφερθεί επίσης ότι 1ml νερού αντιστοιχεί σε 1gr βάρους.

Ακόμα, σύμφωνα και με τις κατευθυντήριες οδηγίες, διατροφική προτεραιότητα των αθλούμενων αποτελεί η επαναπλήρωση των αποθεμάτων των υδατανθράκων του ανθρώπινου σώματος, οι οποίοι προσδίδουν ενέργεια στον οργανισμό. Να αναφερθεί ακόμα ότι σύμφωνα και με μελέτες των Asker και συνεργατών το 2011, ανάλογα με τη διάρκεια του αγωνίσματος, καθορίζεται και η απαιτούμενη ποσότητα υδατανθράκων (αν δηλαδή θα είναι μηδαμινή, πολύ μικρή, μικρή, μέτρια, μεγάλη), η προτεινόμενη πρόσληψη, αλλά και ο τύπος του υδατάνθρακα που ενδείκνυται (Jeukendrup and McLaughlin, 2011).

Περαιτέρω διερεύνηση χρίζει ο μηχανισμός της δίψας και η αξιοπιστία της ως δείκτης ενυδάτωσης. Ο μηχανισμός αυτός της δίψας αποτελεί έναν τρόπο αξιολόγησης της ενυδάτωσης του σώματος όταν άλλες μέθοδοι δεν είναι διαθέσιμες (Armstrong *et al.*, 2005). Και σύμφωνα με μετρήσεις, φαίνεται ότι δεν καλύπτει επαρκώς τις απώλειες υγρών του σώματος συνολικά κατά τη διάρκεια άθλησης. Συμπεραίνεται ότι απαιτούνται και άλλα στοιχεία για να αποδείξουν την αξιοπιστία της μεθόδου αυτής ως ένδειξη της ενυδάτωσης του οργανισμού.

Τέλος, καθίσταται απαραίτητη και η αναζήτηση μιας «Gold Standard» μεθόδου αναφοράς, για την αξιόπιστη και έγκυρη αξιολόγηση των επιπέδων ενυδάτωσης του ανθρώπινου οργανισμού. Και αυτό διότι, παρά την ύπαρξη επιστημονικών ερευνών που υποστηρίζουν πως η μέτρηση της τιμής του TBW, σε συνδυασμό με την μέτρηση της ωσμωτικότητας του πλάσματος, ενδεχομένως να αποτελεί ιδανική μέθοδο αξιολόγησης ενυδάτωσης, υπάρχουν ταυτόχρονα και αντικρουόμενες απόψεις αναφορικά με αυτό. Άρα λοιπόν, κρίνεται απαραίτητη η διεξαγωγή και άλλων μελετών, για την εύρεση εκείνης της μεθόδου η οποία θα πληροί όλες εκείνες τις προϋποθέσεις ώστε να χαρακτηριστεί ιδανική.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Adolph, F. (2019) ‘AND TISSUES’.

Anastasio, P. *et al.* (2001) ‘Level of hydration and renal function in healthy humans’, *Kidney International*, 60(2), pp. 748–756. doi: 10.1046/j.1523-1755.2001.060002748.x.

Arieff, A. I. and Kronlund, B. A. (1999) ‘Fatal child abuse by forced water intoxication’, *Pediatrics*, 103(6 I), pp. 1292–1295. doi: 10.1542/peds.103.6.1292.

Armstrong, L. E. *et al.* (2005) ‘Hydration assessment techniques’, *Nutrition Reviews*, 63(6 II). doi: 10.1301/nr.2005.jun.S40-S54.

Armstrong, L. E. (2007) ‘Assessing Hydration Status: The Elusive Gold Standard’, *Journal of the American College of Nutrition*, 26(November 2014), pp. 575S-584S. doi: 10.1080/07315724.2007.10719661.

Armstrong, L. E. and Johnson, E. C. (2018) ‘Water intake, water balance, and the elusive daily water requirement’, *Nutrients*, 10(12), pp. 1–25. doi: 10.3390/nu10121928.

Armstrong, L. E. and Kavouras, S. A. (2019) ‘Thirst and drinking paradigms: Evolution from single factor effects to brainwide dynamic networks’, *Nutrients*, 11(12). doi: 10.3390/nu11122864.

Baker, L. B. (2017) ‘Sweating Rate and Sweat Sodium Concentration in Athletes: A Review of Methodology and Intra/Interindividual Variability’, *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*. *Sports Med*, 47(Suppl 1), pp. 111–128. doi: 10.1007/S40279-017-0691-5.

Belval, L. N. *et al.* (2019) ‘Practical hydration solutions for sports’, *Nutrients*, 11(7). doi: 10.3390/nu11071550.

Bergeron, M. F. (2014) ‘Hydration and thermal strain during tennis in the heat’, *British Journal of Sports Medicine*. BMJ Publishing Group, 48(SUPPL. 1). doi: 10.1136/bjsports-2013-093256.

- Brini, E. *et al.* (2017) ‘How Water’s Properties Are Encoded in Its Molecular Structure and Energies’, *Chemical Reviews*, 117(19), pp. 12385–12414. doi: 10.1021/acs.chemrev.7b00259.
- Burke, L. M. (2006) ‘Fluid guidelines for sport: Interview with Professor Tim Noakes’, *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 16(6), pp. 644–652. doi: 10.1123/ijsnem.16.6.644.
- Burke, L. M., Jones, A. M., *et al.* (2019) ‘Contemporary Nutrition Strategies to Optimize Performance in Distance Runners and Race Walkers’, *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 29(2), pp. 117–129. doi: 10.1123/IJSNEM.2019-0004.
- Burke, L. M., Castell, L. M., *et al.* (2019) ‘International Association of Athletics Federations Consensus Statement 2019: Nutrition for Athletics’, *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 29(2), pp. 73–84. doi: 10.1123/IJSNEM.2019-0065.
- Campbell, S. M. (2007) ‘Hydration needs throughout the lifespan’, *Journal of the American College of Nutrition*, 26(November 2007), pp. 585S–587S. doi: 10.1080/07315724.2007.10719662.
- Casa, D. J. *et al.* (2019) ‘Fluid Needs for Training, Competition, and Recovery in Track-and-Field Athletes’, *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. *Human Kinetics*, 29(2), pp. 175–180. doi: 10.1123/IJSNEM.2018-0374.
- Cheuvront, S. N. *et al.* (2010) ‘Biological variation and diagnostic accuracy of dehydration assessment markers’, *The American journal of clinical nutrition*. *Am J Clin Nutr*, 92(3), pp. 565–573. doi: 10.3945/AJCN.2010.29490.
- Chumlea, W. C. *et al.* (1999) ‘Total body water data for white adults 18 to 64 years of age: The Fels Longitudinal Study’, *Kidney International*, 56(1), pp. 244–252. doi: 10.1046/j.1523-1755.1999.00532.x.
- Coyle, E. F. (2004) ‘Fluid and fuel intake during exercise’, *Journal of Sports Sciences*, 22(1), pp. 39–55. doi: 10.1080/0264041031000140545.
- Davis, J. E. and Fortney, S. M. (1997) ‘Effect of fluid ingestion on orthostatic responses

following acute exercise’, *International Journal of Sports Medicine*, 18(3), pp. 174–178. doi: 10.1055/s-2007-972615.

Dill, D. B. and Costill, D. L. (1974) ‘Calculation of percentage changes in volumes of blood, plasma, and red cells in dehydration’, *Journal of Applied Physiology*, 37(2), pp. 247–248. doi: 10.1152/jappl.1974.37.2.247.

Von Duvillard, S. P. *et al.* (2008) ‘Sports drinks, exercise training, and competition’, *Current sports medicine reports*. *Curr Sports Med Rep*, 7(4), pp. 202–208. doi: 10.1249/JSR.0B013E31817FFA37.

Figaro, M. K. and Mack, G. W. (1997) ‘Regulation of fluid intake in dehydrated humans: Role of oropharyngeal stimulation’, *American Journal of Physiology - Regulatory Integrative and Comparative Physiology*, 272(6 41-6), pp. 1740–1746. doi: 10.1152/ajpregu.1997.272.6.r1740.

Fusch, C. *et al.* (1993) ‘Water turnover of healthy children measured by deuterated water elimination’, *European Journal of Pediatrics*, 152(2), pp. 110–114. doi: 10.1007/BF02072485.

Giersch, G. E. W. *et al.* (2020) ‘Fluid Balance and Hydration Considerations for Women: Review and Future Directions’, *Sports Medicine*. Springer International Publishing, 50(2), pp. 253–261. doi: 10.1007/s40279-019-01206-6.

Goellner, M. H., Ziegler, E. E. and Fomon, S. J. (1981) ‘Urination during the First Three Years of Life’, *Nephron*. Karger Publishers, 28(4), pp. 174–178. doi: 10.1159/000182168.

González-Alonso, J. *et al.* (1997) ‘Dehydration markedly impairs cardiovascular function in hyperthermic endurance athletes during exercise’, *Journal of Applied Physiology*, 82(4), pp. 1229–1236. doi: 10.1152/jappl.1997.82.4.1229.

Gonzalez, R. R. *et al.* (2009) ‘Expanded prediction equations of human sweat loss and water needs’, *Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)*. *J Appl Physiol* (1985), 107(2), pp. 379–388. doi: 10.1152/JAPPLPHYSIOL.00089.2009.

Goulet, E. D. (2012) ‘Dehydration and endurance performance in competitive athletes’, *Nutrition Reviews*, 70(SUPPL/2). doi: 10.1111/J.1753-4887.2012.00530.X.

- Grandjean, A. C. *et al.* (2000) ‘The Effect of Caffeinated, Non-Caffeinated, Caloric and Non-Caloric Beverages on Hydration’, *Journal of the American College of Nutrition*, 19(5), pp. 591–600. doi: 10.1080/07315724.2000.10718956.
- Grandjean, A. C., Reimers, K. J. and Buyckx, M. E. (2003) ‘Hydration: Issues for the 21st Century’, *Nutrition Reviews*. Oxford Academic, 61(8), pp. 261–271. doi: 10.1301/NR.2003.AUG.261-271.
- Grandjean, A. and Campbell, S. (2004) *Hydration: Fluids for Life, ILSI North America*.
- Gray, M., Birkenfeld, J. S. and Butterworth, I. (2023) ‘Noninvasive Monitoring to Detect Dehydration: Are We There Yet?’, *Annual review of biomedical engineering*. Annu Rev Biomed Eng, 25(1). doi: 10.1146/ANNUREV-BIOENG-062117-121028.
- Guest, N. S. *et al.* (2021) ‘International society of sports nutrition position stand: caffeine and exercise performance’, *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. J Int Soc Sports Nutr, 18(1). doi: 10.1186/S12970-020-00383-4.
- Häussinger, D. *et al.* (1997) ‘Liver cell hydration’, *Cell Biology and Toxicology*, 13(4–5), pp. 275–287. doi: 10.1023/A:1007483324138.
- Hoffman, J. R. and Maresh, C. M. (2011) ‘Nutrition and hydration issues for combat sport athletes’, *Strength and Conditioning Journal*. Lippincott Williams and Wilkins, 33(6), pp. 10–17. doi: 10.1519/SSC.0B013E318237247E.
- Horner, K. M. *et al.* (2014) ‘Acute Exercise and Gastric Emptying: A Meta-Analysis and Implications for Appetite Control’, *Sports Medicine 2014 45:5*. Springer, 45(5), pp. 659–678. doi: 10.1007/S40279-014-0285-4.
- Hosokawa, Y. *et al.* (2014) ‘Heat Stroke in Physical Activity and Sports (Original version in English)’, *Pensar en Movimiento: Revista de Ciencias del Ejercicio y la Salud*. Universidad de Costa Rica, 12(2), pp. 1–22. doi: 10.15517/PENSARMOV.V12I2.15841.
- IOM (2008) (*Institute of Medicine*). *Dietary Reference Intakes for water, potassium, sodium, chloride and sulfate, Book Chapter*. Available at: <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:DIETARY+REFERENCE+INTAKES#5>.

Jéquier, E. and Constant, F. (2011) ‘Water as an essential nutriment: The physiological basis of hydration’, *European Journal of Clinical Nutrition*, p. 877. doi: 10.1038/ejcn.2011.41.

Jeukendrup, A. E. and McLaughlin, J. (2011) ‘Carbohydrate ingestion during exercise: effects on performance, training adaptations and trainability of the gut’, *Nestle Nutrition Institute workshop series*. Nestle Nutr Inst Workshop Ser, 69, pp. 1–17. doi: 10.1159/000329268.

Johnson, D. R. *et al.* (1995) ‘Dehydration and Orthostatic Vital Signs in Women with Hyperemesis Gravidarum’, *Academic Emergency Medicine*, 2(8), pp. 692–697. doi: 10.1111/j.1553-2712.1995.tb03620.x.

Judelson, D. A. *et al.* (2007) ‘Effect of hydration state on strength, power, and resistance exercise performance’, *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(10), pp. 1817–1824. doi: 10.1249/MSS.0B013E3180DE5F22.

Judelson, D. A. *et al.* (2012) ‘Hydration and Muscular Performance’, *Sports Medicine 2007 37:10*. Springer, 37(10), pp. 907–921. doi: 10.2165/00007256-200737100-00006.

Kälin, K. *et al.* (2012) ‘Running a marathon from –45°C to +55°C in a climate chamber: a case study’, *Open Access Journal of Sports Medicine*. Dove Press, 3, p. 131. doi: 10.2147/OAJSM.S36808.

Kavouras, S. A. (2002) ‘Assessing hydration status’, *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, 5(5), pp. 519–524. doi: 10.1097/00075197-200209000-00010.

Kavouras, S. A. (2019) ‘Does Mild Dehydration Impact Exercise Performance?’, *Medicine & Science in Sports & Exercise*. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health), 51(6S), pp. 607–607. doi: 10.1249/01.MSS.0000562313.34921.C7.

Kenefick, R. W., Chevront, S. N. and Sawka, M. N. (2012) ‘Thermoregulatory Function During the Marathon’, *Sports Medicine 2007 37:4*. Springer, 37(4), pp. 312–315. doi: 10.2165/00007256-200737040-00010.

Kerksick, C. M. *et al.* (2017) ‘International society of sports nutrition position stand: Nutrient timing’, *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. Journal of the International Society of Sports Nutrition, 14(1), pp. 1–21. doi: 10.1186/s12970-017-0189-4.

de Korte, J. Q. *et al.* (2021a) ‘Exercise Performance and Thermoregulatory Responses of Elite Athletes Exercising in the Heat: Outcomes of the Thermo Tokyo Study’, *Sports Medicine*. Springer International Publishing, 51(11), pp. 2423–2436. doi: 10.1007/s40279-021-01530-w.

de Korte, J. Q. *et al.* (2021b) ‘Exercise Performance and Thermoregulatory Responses of Elite Athletes Exercising in the Heat: Outcomes of the Thermo Tokyo Study’, *Sports Medicine*. Springer Science and Business Media Deutschland GmbH, 51(11), pp. 2423–2436. doi: 10.1007/S40279-021-01530-W.

Leiper, J. B., Pitsiladis, Y. and Maughan, R. J. (2001) ‘Comparison of water turnover rates in men undertaking prolonged cycling exercise and sedentary men’, *International Journal of Sports Medicine*. Georg Thieme Verlag Stuttgart ·New York, 22(3), pp. 181–185. doi: 10.1055/S-2001-15912/ID/23.

Luetkemeier, M. J., Hanisko, J. M. and Aho, K. M. (2017) ‘Skin Tattoos Alter Sweat Rate and Na⁺ Concentration’, *Medicine and science in sports and exercise*. Med Sci Sports Exerc, 49(7), pp. 1432–1436. doi: 10.1249/MSS.0000000000001244.

Maughan, R. J. (2003) ‘Impact of mild dehydration on wellness and on exercise performance’, *European Journal of Clinical Nutrition* 2003 57:2. Nature Publishing Group, 57(2), pp. S19–S23. doi: 10.1038/sj.ejcn.1601897.

Maughan, R. J. and Shirreffs, S. M. (2010) ‘Dehydration and rehydration in competitive sport’, *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. Scand J Med Sci Sports, 20 Suppl 3(SUPPL. 3), pp. 40–47. doi: 10.1111/J.1600-0838.2010.01207.X.

McNair, P. *et al.* (1979) ‘Gross errors made by routine blood sampling from two sites using a tourniquet applied at different positions’, *Clinica Chimica Acta*. Elsevier, 98(1–2), pp. 113–118. doi: 10.1016/0009-8981(79)90171-2.

Mears, S. A. *et al.* (2020) ‘Sports Drink Intake Pattern Affects Exogenous Carbohydrate Oxidation during Running’, *Medicine and science in sports and exercise*. Med Sci Sports Exerc, 52(9), pp. 1976–1982. doi: 10.1249/MSS.0000000000002334.

Montain, S. J., Latzka, W. A. and Sawka, M. N. (1999) ‘Fluid replacement recommendations for training in hot weather’, *Military Medicine*. Association of Military Surgeons of the US,

164(7), pp. 502–508. doi: 10.1093/MILMED/164.7.502.

Nuccio, R. P. *et al.* (2017) ‘Fluid Balance in Team Sport Athletes and the Effect of Hypohydration on Cognitive, Technical, and Physical Performance’, *Sports Medicine*. Springer International Publishing, 47(10), pp. 1951–1982. doi: 10.1007/s40279-017-0738-7.

O’Brien, K. K. *et al.* (2001) ‘Hyponatremia associated with overhydration in U.S. Army trainees’, *Military Medicine*, 166(5), pp. 405–410. doi: 10.1093/milmed/166.5.405.

Park, K. S. *et al.* (2021) ‘Effect Of Mild Dehydration On Episodic Memory And Inhibitory Control In College-aged Young Adults’, *Medicine & Science in Sports & Exercise*. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health), 53(8S), pp. 312–312. doi: 10.1249/01.MSS.0000762780.54834.DC.

Piccoli, A. *et al.* (1994) ‘A new method for monitoring body fluid variation by bioimpedance analysis: The RXc graph’, *Kidney International*. Elsevier Masson SAS, 46(2), pp. 534–539. doi: 10.1038/ki.1994.305.

Popkin, B. M., D’Anci, K. E. and Rosenberg, I. H. (2010) ‘Water, Hydration and Health’, *Nutrition reviews*. NIH Public Access, 68(8), p. 439. doi: 10.1111/J.1753-4887.2010.00304.X.

Ramalho, R. *et al.* (2015) ‘Literature review and constructivist grounded theory methodology’, *Forum Qualitative Sozialforschung*, 16(3). Available at: https://www.researchgate.net/publication/282716405_Literature_Review_and_Constructivist_Grounded_Theory_Methodology (Accessed: 6 September 2023).

Ritz, P. *et al.* (2005) ‘The importance of good hydration for day-to-day health’, *Nutrition Reviews*, 63(6 II). doi: 10.1301/nr.2005.jun.S6-S13.

Rodriguez, N. R., DiMarco, N. M. and Langley, S. (2009) ‘Position of the American Dietetic Association, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and athletic performance’, *Journal of the American Dietetic Association*. J Am Diet Assoc, 109(3), pp. 509–527. doi: 10.1016/J.JADA.2009.01.005.

Rogers, E. *et al.* (2019) ‘Tattoos do not affect exercise-induced localised sweat rate or sodium concentration’, *Journal of science and medicine in sport*. J Sci Med Sport, 22(11), pp. 1249–1253. doi: 10.1016/J.JSAMS.2019.06.004.

- Rollo, I. *et al.* (2021) 'Fluid balance, sweat na⁺ losses, and carbohydrate intake of elite male soccer players in response to low and high training intensities in cool and hot environments', *Nutrients*, 13(2), pp. 1–11. doi: 10.3390/nu13020401.
- Rowland, T. (2008) 'Thermoregulation during exercise in the heat in children: Old concepts revisited', *Journal of Applied Physiology*, 105(2), pp. 718–724. doi: 10.1152/jappphysiol.01196.2007.
- Ruby, B. C. *et al.* (2002) 'Total energy expenditure during arduous wildfire suppression', *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34(6), pp. 1048–1054. doi: 10.1097/00005768-200206000-00023.
- Sawka, M. N. *et al.* (1998) 'Hydration effects on temperature regulation', *International Journal of Sports Medicine*, 19(SUPPL. 2), pp. 8–10. doi: 10.1055/s-2007-971971.
- Sawka, M. N. *et al.* (2007a) 'Exercise and fluid replacement', *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(2), pp. 377–390. doi: 10.1249/MSS.0B013E31802CA597.
- Sawka, M. N. *et al.* (2007b) 'Exercise and fluid replacement', *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(2), pp. 377–390. doi: 10.1249/mss.0b013e31802ca597.
- Sawka, M. N., Chevront, S. N. and Iii, R. C. (2005) 'Human Water Needs', *Nutrition Reviews*. John Wiley & Sons, Ltd, 63, pp. S30–S39. doi: 10.1111/J.1753-4887.2005.TB00152.X.
- Sawka, M. N., Périard, J. D. and Racinais, S. (2015) 'Heat acclimatization to improve athletic performance in warm-hot environments', *Sports Science Exchange*, 28(153), pp. 1–6. Available at: <https://www.researchgate.net/publication/295703735>.
- Sawka, M. N., Wenger, C. B. and Pandolf, K. B. (1996) 'Thermoregulatory Responses to Acute Exercise-Heat Stress and Heat Acclimation', *Comprehensive Physiology*. Wiley, pp. 157–185. doi: 10.1002/CPHY.CP040109.
- Shirreffs, S. M. (2003) 'Markers of hydration status', *European Journal of Clinical Nutrition*, 57, pp. S6–S9. doi: 10.1038/sj.ejcn.1601895.
- Shirreffs, S. M. and Maughan, R. J. (1997) 'Restoration of fluid balance after exercise-induced dehydration: Effects of alcohol consumption', *Journal of Applied Physiology*, 83(4),

pp. 1152–1158. doi: 10.1152/jappl.1997.83.4.1152.

Shirreffs, S. M. and Maughan, R. J. (1998) ‘Volume repletion after exercise-induced volume depletion in humans: Replacement of water and sodium losses’, *American Journal of Physiology - Renal Physiology*. American Physiological Society, 274(5 43-5). doi: 10.1152/AJPRENAL.1998.274.5.F868/ASSET/IMAGES/LARGE/AFLU204170005X.JPEG.

Shirreffs, S. M. and Sawka, M. N. (2011) ‘Fluid and electrolyte needs for training, competition, and recovery’, *Journal of Sports Sciences*, 29(SUPPL. 1), pp. 37–41. doi: 10.1080/02640414.2011.614269.

Skøtt, O. (2003) ‘Body sodium and volume homeostasis’, *American Journal of Physiology - Regulatory Integrative and Comparative Physiology*, 285(1 54-1), pp. 14–18. doi: 10.1152/ajpregu.00100.2003.

Smith, M. *et al.* (2001) ‘The effects of restricted energy and fluid intake on simulated amateur boxing performance’, *International Journal of Sport Nutrition*, 11(2), pp. 238–247. doi: 10.1123/ijsnem.11.2.238.

Van Someren, E. J. W. (2007) ‘Thermoregulation and aging’, *American Journal of Physiology - Regulatory Integrative and Comparative Physiology*, 292(1). doi: 10.1152/AJPREGU.00557.2006.

Stofan, J. R. *et al.* (2005) ‘Sweat and Sodium Losses in NCAA Football Players: A Precursor to Heat Cramps?’, *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 15, pp. 641–652.

Suh, H. G. and Kavouras, S. A. (2019) ‘Water intake and hydration state in children’, *European Journal of Nutrition*. Springer Berlin Heidelberg, 58(2), pp. 475–496. doi: 10.1007/s00394-018-1869-9.

Szinnai, G. *et al.* (2005) ‘Effect of water deprivation on cognitive-motor performance in healthy men and women [1]’, *American Journal of Physiology - Regulatory Integrative and Comparative Physiology*, 289(1 58-1), pp. 275–280. doi: 10.1152/ajpregu.00501.2004.

Thomas, D. T., Erdman, K. A. and Burke, L. M. (2016) ‘Position of the Academy of Nutrition and Dietetics, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and Athletic Performance’, *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*,

116(3), pp. 501–528. doi: 10.1016/j.jand.2015.12.006.

Thompson-Torgerson, C. S., Holowatz, L. A. and Kenney, W. L. (2008) ‘Altered mechanisms of thermoregulatory vasoconstriction in aged human skin’, *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 36(3), pp. 122–127. doi: 10.1097/JES.0b013e31817bfd47.

Thornton, S. N. (2010) ‘Thirst and hydration: Physiology and consequences of dysfunction’, *Physiology and Behavior*. Elsevier Inc., 100(1), pp. 15–21. doi: 10.1016/j.physbeh.2010.02.026.

Trumbo, P. *et al.* (2002) ‘Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein and Amino Acids’, *Journal of the American Dietetic Association*. Elsevier, 102(11), pp. 1621–1630. doi: 10.1016/S0002-8223(02)90346-9.

Ussinger, D. H. (1996) ‘The role of cellular hydration in the regulation of cell function*’, *Biochem. J*, 313, pp. 697–710.

Veniamakis, E. *et al.* (2022) ‘Effects of Sodium Intake on Health and Performance in Endurance and Ultra-Endurance Sports’, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(6). doi: 10.3390/ijerph19063651.

Wang, Q., Hasan, G. and Pikielny, C. W. (1999) ‘Preferential expression of biotransformation enzymes in the olfactory organs of *Drosophila melanogaster*, the antennae’, *Journal of Biological Chemistry*. © 1999 ASBMB. Currently published by Elsevier Inc; originally published by American Society for Biochemistry and Molecular Biology., 274(15), pp. 10309–10315. doi: 10.1074/jbc.274.15.10309.

Williams, C. and Rollo, I. (2015) ‘Carbohydrate Nutrition and Team Sport Performance’, *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*. Sports Med, 45 Suppl 1(Suppl 1), pp. 13–22. doi: 10.1007/S40279-015-0399-3.

Wutich, A. *et al.* (2020) ‘Measuring Human Water Needs’, *American Journal of Human Biology*, 32(1), pp. 1–17. doi: 10.1002/ajhb.23350.

Young, A. J. *et al.* (1987) ‘Cooling different body surfaces during upper and lower body exercise’, *Journal of Applied Physiology*, 63(3), pp. 1218–1223. doi: 10.1152/jappl.1987.63.3.1218.

