



10/11/2021

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ & ΔΙΑΙΤΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΤΙΤΛΟΣ: «Επιδράσεις νατρίου στην υγεία και σε αθλήματα
αντοχής, υπερ- αντοχής».**

ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ: Καπλλάνι Γιώργος, yd:2534

Βούλγαρης Παναγιώτης, yd:2502

Εισηγητής: Βενιαμάκης Ελευθέριος

Μέλος: Μουτατίδου Θεοδώρα

Μέλος: Σφακιανάκη Ειρήνη

Σητεία, Νοέμβριος 2021



ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

HELLENIC MEDITERRANEAN UNIVERSITY

SCHOOL OF HEALTH SCIENCE

DEPARTMENT OF NUTRITION AND DIETETICS SCIENCES

THESIS

For the Undergraduate Degree

SUBJECT: «Effects of sodium on health and in endurance and ultra-endurance sports».

EDITORS: Kapllani George, yd:2534

Voulgaris Panagiotis, yd:2502

Supervisor: Veniamakis Eleutherios,

Member: Mouratidou Theodora

Member: Sfakianaki Eirini

SITIA, November 2021

Ευχαριστίες

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε θερμά τον καθηγητή μας, αθλητικό διαιτολόγο-διατροφολόγο, κύριο Βενιαμάκη Ελευθέριο, για την καθοδήγηση και τις συμβουλές που μας έδωσε κατά τη διάρκεια της εκπόνησης της πτυχιακής μας εργασίας, καθώς και όλους τους καθηγητές του τμήματος Επιστημών Διατροφής και Διαιτολογίας, του Μεσογειακού Πανεπιστημίου, και κάθε έναν ξεχωριστά, για τις πληροφορίες και τις γνώσεις που μας προσέφεραν, καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μας. Ένα ευχαριστώ στην γραμματεία για όλην την βοήθεια και την υπομονή που έδειξαν σε κάθε μας εκρεμμότητα. Τέλος, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τις οικογένειές μας και τους ανθρώπους που μας στήριξαν με κάθε τρόπο μέχρι και την τελευταία στιγμή.

Περίληψη

Η συμβολή του νατρίου καθίσταται σημαντική, τόσο στον γενικό πληθυσμό όσο και στον κόσμο της άθλησης και συγκεκριμένα στους αθλητές αντοχής - υπέρ-αντοχής. Αναδρομικές έρευνες ασχολήθηκαν με τον προσδιορισμό της ισορροπημένης κατανάλωσης αλατιού, με αποτέλεσμα να καταλήξουν στην συνιστάμενη ποσότητα, 1,5 γραμμάρια/ ημέρα, για υγιή πληθυσμό και για υπερτασικά άτομα. Απεναντίας, στους υπερτασικούς αθλητές, το νάτριο δεν είναι ο μόνος παράγοντας επιδείνωσης της, καθώς σημαντικό ρόλο διαδραματίζουν και οι συνθήκες της άσκησης. Το νάτριο στην άθληση, συνεισφέρει στην βελτιωμένη φυσική απόδοση, στην εξασθενημένη μείωση της συγκέντρωσης ορού νατρίου και στον διευρυμένο όγκο πλάσματος κατά τη διάρκεια δραστηριοτήτων αντοχής. Αυτές οι επιδράσεις έχουν καλύτερη ισχύ σε συνδυασμό με την κατανάλωση υγρών. Παράλληλα, φαίνεται από ανασκοπήσεις, να συμβάλει στην εμφάνιση μυϊκής κράμπας και υπονατριαιμίας, λόγω μιας διαταραχής των ηλεκτρολυτών και μιας αυξημένης εφίδρωσης που έχει σαν αποτέλεσμα την μειωμένη συγκέντρωση νατρίου στο πλάσμα του αίματος. Επειδή οι απόψεις διίστανται, δημιουργούνται τα εξής ερωτήματα: α) Ποιά πρέπει να είναι η ποσότητα υγρών και νατρίου στην άθληση; β) Υπάρχουν στοιχεία που τελικά επιβεβαιώνουν την σχέση νατρίου με τις μυϊκές κράμπες και την υπονατριαιμία; γ) Μπορεί το αλάτι, καθώς και τα συμπληρώματα νατρίου, να εξαλείψουν την εμφάνιση της υπονατριαιμίας; δ) Το νάτριο από μόνο του καθορίζει τις τιμές υπέρτασης στους αθλητές ή εξαρτώνται και απ' την ένταση της άσκησης; ε) Πόση πρέπει να είναι η συνιστώμενη πρόσληψη νατρίου στους υπερτασικούς αθλητές;

Σκοπός της εργασίας λοιπόν, είναι να διασαφηνιστούν οι αιτίες που προκαλούν την εμφάνιση μυϊκής κράμπας, να καταγραφούν μελέτες και έρευνες που να διαλευκάνουν τον ρόλο του νατρίου στην υπονατριαιμία, αλλά και την επίδραση των συμπληρωμάτων νατρίου σε αυτή. Επίσης, θα αποτυπωθούν συστάσεις ενυδάτωσης πριν, κατά την διάρκεια και μετά την άσκηση με έμφαση, τόσο στην σημαντικότητα από την κατανάλωση υγρών σε θερμά και ψυχρά περιβάλλοντα, όσο και στην μη σωστή ενυδάτωση με αποτέλεσμα είτε την υπερυδάτωση, είτε την αφυδάτωση. Τέλος, αναφορά θα γίνει στον τρόπο που η μείωση του νατρίου, αλλά και τα χαρακτηριστικά της άσκησης, επηρεάζουν τις τιμές της υπέρτασης.

Συμπερασματικά, παρατηρήθηκε ότι δεν υπάρχουν τεκμηριωμένα επιστημονικά στοιχεία για την σχέση του νατρίου και των EAMC. Στην υπέρταση μια κατανάλωση

νατρίου κάτω από 3 γραμμάρια/ημέρα, φάνηκε να μειώνει τις τιμές της συστολικής πίεσης, ωστόσο χρειάζεται μια περαιτέρω διερεύνηση, η διαφορετικότητα, ως προς την συνιστάμενη πρόσληψη του στους αθλητές, σε σχέση με τον γενικό πληθυσμό. Ακόμα, η αερόβια άσκηση, διάρκειας 20 - 30 λεπτών, 3-5 φορές/εβδομάδα, φάνηκε να μειώνει σημαντικά τις τιμές της. Για την υπονατριαιμία, το νάτριο μπορεί να μετριάσει την πτώση των συγκεντρώσεων νατρίου στο αίμα, αλλά δεν μπορεί να την εξαλείψει. Βαρύτητα πρέπει να δίνεται, αρχικά, στην εξατομικευμένη ποσότητα υγρών και έπειτα στην ποσότητα νατρίου. Τέλος, τα συμπληρώματα νατρίου φάνηκε να έχουν μια μικρή επίδραση στην απόδοση της άσκησης αλλά όχι σημαντική έχοντας, παράλληλα, μικρή επίδραση στην υπονατριαιμία.

Για να δοθούν αυτές οι απαντήσεις συλλέχθηκαν έρευνες και βιβλιογραφίες από την δεκαετία του 1900 έως το 2021, από την επιστημονική σελίδα PubMed και Scopus. Ως λέξεις κλειδιά χρησιμοποιήθηκαν οι ακόλουθες γραμμένες στην Αγγλική γλώσσα.

Λέξεις κλειδιά: Μυϊκές κράμπες, υπονατριαιμία, ισορροπία υγρών και ηλεκτρολυτών, συμπλήρωμα αλατιού, συμπλήρωμα νατρίου, διαιτητικό αλάτι, υπέρταση σε αθλητές, διττανθρακικό νάτριο, ενυδάτωση στη ζέστη, υπερυδάτωση, αφυδάτωση.

Abstract

The contribution of sodium is becoming important, both in the general population and in the world of sport, specifically in endurance and ultra-endurance athletes. Retrospective studies have been carried out to determine the balanced consumption of salt, resulting in the recommended amount of 1.5 grams/day for a healthy population and for hypertensive people. However, in hypertensive athletes, sodium is not the only aggravating factor, as exercise conditions also play an important role. In general, sodium in sport contributes to improved physical performance, attenuated reduction in serum sodium concentration and expanded plasma volume during endurance activities. These effects are most pronounced in conjunction with fluid consumption. It also appears from reviews to contribute to muscle cramping and hyponatraemia, due to an electrolyte imbalance and increased sweating that results in reduced blood plasma sodium concentration. Since opinions are divided, the following questions arise: (a) What should be the amount of fluid and sodium in exercise? (b) Is there evidence that finally confirms the relationship of sodium with muscle cramps and hyponatraemia? (c) Can salt, as well as sodium supplements, eliminate the occurrence of hyponatraemia? (d) Does sodium alone determine hypertension values in athletes, or do they also depend on the intensity of exercise? (e) What should be the recommended sodium intake for hypertensive athletes?

The aim of this study is therefore to clarify the causes of muscle cramping, to document studies and researches that clarify the role of sodium in hyponatraemia and the effect of sodium supplements on it. Hydration recommendations before, during and after exercise will also be captured, with emphasis on both the importance of fluid consumption in hot and cold environments and the importance of improper hydration resulting in either overhydration or dehydration. Finally, reference will be made to how sodium reduction, as well as exercise characteristics, affect hypertension values.

In conclusion, it was observed that there is no documented scientific evidence on the relationship between sodium and EAMCs. In hypertension, a sodium consumption below 3 g/day appeared to reduce systolic blood pressure values, however, further investigation is needed to investigate the difference, in terms of recommended intake in athletes, compared to the general population. Still, aerobic exercise of 20 - 30 minutes, 3-5 times/week, seemed to significantly reduce BP values. For hyponatraemia,

sodium can mitigate the drop in blood sodium concentrations, but cannot eliminate it. Emphasis should be placed first on the individualized amount of fluids and then on the amount of sodium. Finally, sodium supplementation appeared to have a small effect on exercise performance but not a significant effect, while having little effect on hyponatraemia.

To provide these answers, research and literature from the 1900s to 2021 were collected from PubMed and Scopus. The following keywords were used as keywords written in English.

Keywords: Muscle Cramping, Hyponatremia, Fluid and Electrolyte Balance, Salt Supplementation, Sodium Supplementation, Dietary salt, Hypertension in athletes, bicarbonate sodium, hydration in the heat, hyperhydration, dehydration.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη	IV
Abstract	VI
Περιεχόμενα.....	VIII
Κατάλογος Εικόνων / Σχημάτων	X
Κατάλογος Πινάκων	XI
Συντομογραφίες & Ακρωνύμια	XII
Εισαγωγή	15
1. Λειτουργίες χλωριούχου νατρίου	16
1.1. Χαμηλή - Υψηλή πρόσληψη νατρίου	17
1.1.1. Νεφρική νόσος	18
1.1.2. Καρκίνος του στομάχου.....	19
1.1.3. Οστεοπόρωση	20
1.1.4. Υπέρταση	21
2. Συστάσεις κατανάλωσης νατρίου	27
3. Υπέρταση και άθληση.....	33
3.1 Παθοφυσιολογία	33
3.2 Ένταση άσκησης.....	34
3.3 Είδος άσκησης	34
4. Σημαντικότητα κατανάλωσης νατρίου στην άθληση	37
5. Μυϊκές κράμπες	38
5.1 Επιπολασμός.....	38
5.2 Αίτια.....	39
6. Υπονατριαιμία.....	41
6.1 Επιπολασμός.....	41
6.2 Παθογένεια.....	45
6.3 Συμπτώματα.....	47
6.4 Πρόληψη και αντιμετώπιση.....	47
7. Ενυδάτωση.....	59

7.1 Απώλεια σωματικών υγρών	50
7.2 Περιβάλλον	51
7.3 Υπερ – ενυδάτωση	52
7.4 Αφυδάτωση	52
8. Πρόσληψη υγρών.....	55
8.1 Πριν την άσκηση.....	56
8.2 Κατά την διάρκεια	58
8.3 Μετά την άσκηση.....	63
9. Συστάσεις κατανάλωσης νατρίου	69
10. Συμπληρώματα νατρίου - Διτανθρακικό νάτριο.....	68
Συζήτηση.....	76
Συμπεράσματα	80
Βιβλιογραφίες.....	81

Κατάλογος Εικόνων / Σχημάτων

Σχήμα 6.1 Επιπολασμός υπονατριαιμίας που σχετίζεται με την άσκηση, σε αθλητές υπεραντοχής.....	45
Σχήμα 8.2 Συνιστάμενες προσλήψεις υγρών και νατρίου, κατά την διάρκεια της άσκησης	61
Σχήμα 8.2.1 Προτεινόμενα ποσοστά πρόσληψης υγρών, νατρίου και επιπέδων υδατανθράκων, κατά τη διάρκεια υψηλής έντασης άσκησης, ποικίλης διάρκειας	62
Σχήμα 8.3 Κατάλληλη πρόσληψη υγρών μετά την άσκηση	64

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1.1.4	Κατηγορίες υπέρτασης.....	22
Πίνακας 1.1.4.1	Συνήθειες τρόπου ζωής που επηρεάζουν την συστολική αρτηριακή πίεση	23
Πίνακας 1.1	Έρευνες που δείχνουν την συσχέτιση αλατιού με παθολογικές καταστάσεις	26
Πίνακας 2	Συστάσεις νατρίου για ενήλικες.....	31
Πίνακας 3.2	Επιδράσεις που ασκεί η ένταση της άσκησης σε άτομα με υπέρταση.....	34
Πίνακας 3.3	Είδος, ένταση, διάρκεια και συχνότητα της άσκησης που συνίστανται σε υπέρτατικά άτομα.....	36
Πίνακας 5.1	Επιπολασμός της EAMC στα διάφορα αθλήματα	38
Πίνακας 6.1	Επιπολασμός της υπονατριαιμίας στους μαραθώνιους, υπερμαραθώνιους , στην ποδηλασία και στο τρίαθλο.....	43
Πίνακας 8	Συστάσεις κατανάλωσης υγρών στην άθληση.....	65

Συντομογραφίες & Ακρωνύμια

°C	Βαθμοί Κελσίου
°F	Φαρενάιτ
ACC/AHA	American College of Cardiology και American Heart Association
ACSM	The American College of Sports Medicine
ADH	Αντιδιουρητική Ορμόνη
AHA	Heart Association
AHRQ	Agency for Healthcare Research and Quality systematic review
AI	Επαρκής Πρόσληψη Νερού
AND	Academy of Nutrition and Dietetics
BP	Αρτηριακή Πίεση
Cl ⁻	Χλώριο
CO	Καρδιακή Παροχή
DASH	Dietary Approachesto Stop Hypertension
DC	Dietitians of Canada
DH	Αφυδάτωση
DRIS	Dietary Reference Intakes
EAH	Υπονατριαιμία που σχετίζεται με την άσκηση
EAMC	Μυϊκές Κράμπες που σχετίζονται με την άσκηση
eGFR	Ρυθμός Σπειραματικής Διήθησης
ESH/ESC	European Society of Hypertension/European Society of Cardiology
g/L	Γραμμάριο ανά λίτρο

GI	Γαστρεντερική δυσφορία
GRADE	Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation
HIIT	Προπόνηση Διαστημάτων Υψηλής Έντασης
HP	Helicobacter Pylori
HTS	Υπερτονικός Φυσιολογικός Ορός
IV bolus	Ενδοφλέβια Χορήγηση
K ⁺	Κάλιο
KPSC	Kaiser Permanente Southern California
L/h	Λίτρο ανά ώρα
mEq/dL	Χιλιοστοϊσοδύναμα ανά δεκατόλιτρο
mg/d	Μιλιγραμμάρια ανά ημέρα
mg/dL	Μιλιγραμμάρια ανά δεκατόλιτρο
mg/h	Μιλιγραμμάριο ανά ώρα
mg-L	Μιλιγραμμάριο ανά λίτρο
mmHg	Χιλιοστά Υδραργύρου
mmol/d	Χιλιοστόλιτρο ανά ημέρα
mmol-L	Χιλιοστόλιτρο ανά λίτρο
Na ⁺	Νάτριο
NaHCO ₃	Διττανθρακικό νάτριο
NICE	The National Institute for Health and Clinical Excellence
PL	Αποσταγμένο νερό
RAS	Σύστημα Ρενίνης Αγγειοτενσίνης

SBP	Μέση Συστολική Πίεση
SBP	Συστολική Αρτηριακή Πίεση
SIADH	Σύνδρομο Απρόσφορης Έκκρισης ADH
TBW	Total Body Water
VO ₂ max	Μέγιστη Πρόσληψη Οξυγόνου
ΠΟΥ	Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας
XNN	Χρόνια Νεφρική Νόσο

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα μέταλλα είναι μια ομάδα ανόργανων στοιχείων που δεν μπορούν να παραχθούν από τον οργανισμό. Είναι απαραίτητα για τον σχηματισμό οστών και δοντιών (Bonjour et al., 2009), αποτελούν βασικά συστατικά σωματικών υγρών και ιστών και συμμετέχουν στην φυσιολογική νεφρική λειτουργία. Βρίσκονται σε μικρές ποσότητες στα περισσότερα τρόφιμα, είναι απαραίτητα σε ελάχιστες δοσολογίες και καταλαμβάνουν το 4-5% του σωματικού βάρους ενός μέσου ενήλικα (Zahoori., 2019). Πιο συγκεκριμένα, το νάτριο στη διατροφή εμφανίζεται με τη μορφή χλωριούχου νατρίου (αλάτι) αποτελώντας το 40% του μορίου, ενώ 1 gr νατρίου ισοδυναμεί με 2,54 gr αλατιού (FSAI., 2003). Διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στο σώμα ρυθμίζοντας την ισορροπία των υγρών, μεταδίδει νευρικά ερεθίσματα, βοηθά στη χαλάρωση και τη συστολή των μυών και μεταφέρει θρεπτικά συστατικά στα κύτταρα (Brandsma I., 2006; Al-Otaibi & Wilbey, 2006). Εν αντιθέσει, η υπερβολική πρόσληψη νατρίου σχετίζεται με νεφρική νόσο, εμφάνιση καρκίνου του στομάχου, έναρξη της οστεοπόρωσης και ανάπτυξη της υπέρτασης (Durack et al., 2008).

Το νάτριο όντας ανόργανο στοιχείο, αποτελεί βασικό συστατικό στην διατροφή του ανθρώπου. Ως τέτοιου είδους συστατικό, η υπερβάλλουσα ή η πολύ χαμηλή πρόσληψη του μπορεί να έχει δυσμενείς επιπτώσεις στον οργανισμό.

Το αλάτι απεκκρίνεται μέσω του ιδρώτα, του οποίου ο ρυθμός επηρεάζεται ανάλογα με τον τύπο, την ένταση, την διάρκεια και το περιβάλλον της άσκησης. Παλαιότερες θεωρίες, υποδείκνυαν μια θετική συσχέτιση του νατρίου με τις μυϊκές κράμπες και την εμφάνιση υπονατριαιμίας, σε αντίθεση με νεότερες οι οποίες υποστηρίζουν ότι στην πρώτη περίπτωση τα αίτια αποδίδονται στην μεγάλη διάρκεια - ένταση άσκησης, που έχει σαν αποτέλεσμα την μυϊκή κόπωση, ενώ στην δεύτερη περίπτωση φαίνεται η υπερβολική κατανάλωση υγρών και συγκεκριμένα σκέτου νερού, να οδηγεί στην υπονατριαιμία. Πολλοί αθλητές έχουν την πεποίθηση ότι τα συμπληρώματα νατρίου είναι απαραίτητα, τόσο για την απόδοση όσο και για την αντιμετώπιση της υπονατριαιμίας. Επιπροσθέτως, φαίνεται από ανασκοπήσεις και μελέτες πως τόσο η μείωση της πρόσληψης νατρίου, όσο και ο ρυθμός έντασης της άσκησης, μειώνουν τις τιμές της συστολικής πίεσης για την καταπολέμηση της υπέρτασης.

Ο σκοπός στην παρούσα εργασία, είναι να γίνει πλήρης αναφορά για τον ορισμό της μυϊκής κράμπας καθώς και των αιτιών στην οποία οφείλεται αυτή η κατάσταση.

Να αποτυπωθεί ο τρόπος αντιμετώπισης της υπέρτασης, είτε μέσω του ελέγχου στην πρόσληψη νατρίου, όσο και μέσω των χαρακτηριστικών της άσκησης. Ακόμα, να καταγραφεί η παθοφυσιολογία της υπονατριαιμίας με έρευνες που να αναφέρουν την συμβολή του νατρίου σε αυτήν, αλλά και την επίδραση των συμπληρωμάτων νατρίου τόσο στην απόδοση των αθλητών, όσο και στην αντιμετώπιση της υπονατριαιμίας. Επίσης, θα προταθούν συστάσεις ενυδάτωσης πριν, κατά την διάρκεια και μετά την άσκηση, όπως και αν το νερό είναι ιδανική λύση για την αντικατάσταση υγρών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΧΛΩΡΙΟΥΧΟΥ ΝΑΤΡΙΟΥ (ΑΛΑΤΙ)

Το χλωριούχο νάτριο (κοινό αλάτι) είναι ανιονική ένωση που απαιτείται για την εκτέλεση μιας σειράς βασικών λειτουργιών (Rust & Ekmekcioglu.,2016). Το νάτριο είναι το κυριότερο κατιόν και το χλωρίδιο το κυριότερο ανιόν στο εξωκυττάριο υγρό (Drüeke., 2016). Η συγκέντρωση του Na^+ στο εξωκυττάριο υγρό ρυθμίζεται σε περίπου 135-145 mmol/L, ενώ η κατανομή του Cl^- ακολουθεί αυτή του Na^+ με εξωκυτταρική συγκέντρωση περίπου 110 mmol/L. Ως έκ τούτου, το Na^+ και το Cl^- είναι κυρίως υπεύθυνα για την οσμωτικότητα του εξωκυτταρίου υγρού και αποτελούν τους σημαντικότερους ηλεκτρολύτες στη ρύθμιση των υγρών του σώματος (Elmadfa & Leitzmann 2015 ; Gibney et al., 2009).

Ο εντερικός σωλήνας απορροφά σχεδόν όλο το διαιτητικό νάτριο και οι νεφροί συγκρατούν περισσότερο από το 90 % του διηθούμενου Na^+ (Rust & Ekmekcioglu., 2016). Εκτός από τη σημασία του όσο αναφορά τη ρύθμιση της ισορροπίας νερού και υγρών (Farquhar et al., 2015), το νάτριο είναι ζωτικής σημασίας για τη διέγερση των μυϊκών και νευρικών κυττάρων και συμμετέχει επίσης στον έλεγχο της οξεοβασικής ισορροπίας (Mohammadifard et al., 2018). Συμβάλλει στην απελευθέρωση πεπτικών εκκρίσεων και ελέγχει την απορρόφηση ορισμένων θρεπτικών συστατικών, όπως των αμινοξέων, της γλυκόζης, της γαλακτόζης και του νερού (Rust & Ekmekcioglu.,2016 ; Kiela & Ghishan., 2016 ; Koepsell., 2020). Σύν τοις άλλοις, εξασφαλίζει τον επαρκή όγκο του αίματος, την αρτηριακή πίεση και τελικά την αιμάτωση των οργάνων (Stolarz & Skrzypek., 2013 ; Geerling et al., 2008 ; Robertson., 2003 ; Lancet., 2011 ; Alderman., 2010 ; Lancet., 2002).

1.1 Χαμηλή πρόσληψη νατρίου

Υπάρχουν αρκετές μελέτες (Mente et al., 2016 ; Oh et al., 2016 ; Garg et al., 2011 ; Graudal et al., 2017 ; Mente et al., 2014 ; Lamelas et al., 2016 ; Braam et al., 2017), που δείχνουν ότι και η χαμηλή πρόσληψη νατρίου μπορεί να μην είναι πάντα ευεργετική για τη θεραπεία των καρδιαγγειακών νοσημάτων. Η χαμηλή πρόσληψη νατρίου έχει συσχετιστεί με αυξημένο κίνδυνο καρδιαγγειακών επεισοδίων και θανάτου, ανεξάρτητα από τα επίπεδα της αρτηριακής πίεσης (Frisoli et al., 2012 ; Graudal et al., 2017 ; Mente et al., 2016). Στην έρευνα των Mente και των συνεργατών του (2014), διαπιστώθηκε ότι η απέκκριση νατρίου στα ούρα λιγότερο από 3 gr ημερησίως δεν μείωσε περαιτέρω τη συστολική αρτηριακή πίεση, αλλά στην πραγματικότητα έτεινε να αυξήσει τη διαστολική αρτηριακή πίεση σε άτομα με ή χωρίς υπέρταση. Τόσο στα νορμοτασικά όσο και στα υπερτασικά άτομα, η χαμηλή πρόσληψη νατρίου μπορεί να προκαλέσει αντίσταση στην ινσουλίνη και αύξηση των επιπέδων ρενίνης, αλδοστερόνης, επινεφρίνης και νορεπινεφρίνης στο πλάσμα ή στον ορό (Oh et al., 2016 ; Garg et al., 2011 ; Graudal et al., 2017 ; DiNicolantonio et al., 2013).

Η κατανάλωση νατρίου από 0,5-1,0 γραμμάρια την ημέρα αποδίδεται ως βέλτιστη φυσιολογική πρόσληψη (Yin et al., 2020 ; Van Horn., 2015), αλλά έχουν εκφραστεί ανησυχίες σχετικά με πιθανές αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία από τη μείωση της πρόσληψης νατρίου κάτω από το μέσο παγκόσμιο επίπεδο κατανάλωσης (Mente et al., 2018 ; Mente et al., 2014). Αυτές οι ανησυχίες προέρχονται κυρίως από προοπτικές μελέτες παρατήρησης (O'Donnell et al., 2011 ; O'Donnell et al., 2014 ; Mente et al., 2014), ορισμένες από τις οποίες αναφέρουν συσχετίσεις μεταξύ της πρόσληψης νατρίου και καρδιαγγειακών παθήσεων (Licata et al., 2008 ; Paterna et al., 2005 ; Paterna et al., 2011 ; Paterna et al., 2003; Paterna et al., 2008). Παρόλο που είναι πιθανό τόσο τα χαμηλά όσο και τα υψηλά επίπεδα πρόσληψης νατρίου να είναι επιβλαβή, ο μηχανισμός των επιπτώσεων αυτών είναι αβέβαιος (Mente et al., 2016). Τα άτομα που αναφέρουν χαμηλά επίπεδα πρόσληψης νατρίου είναι συχνά ασθενείς με ιστορικό νόσου στους οποίους έχει δοθεί σύσταση να μειώσουν το νάτριο. Μεταξύ αυτών των ατόμων μπορεί να είναι ο αυξημένος κίνδυνος που απορρέει από την ταυτόχρονη νόσο που οδηγεί σε δυσμενείς καρδιαγγειακές εκβάσεις και όχι το χαμηλό επίπεδο πρόσληψης νατρίου (Mente et al., 2018 ; Mente et al., 2014).

Στην μελέτη των Hodge και των συνεργατών του (2002), η μείωση της πρόσληψης αλατιού ελάττωσε την αρτηριακή πίεση των υπερτασικών αρουραίων, αλλά έτεινε να αυξήσει την αρτηριακή πίεση σε νορμοτασικούς αρουραίους στην μελέτη του Ott (1989). Άλλες έρευνες (Sharma et al., 2014 ; Okamoto et al., 2017), δεν διαπίστωσαν καμία επίδραση της δίαιτας χαμηλού αλατιού στην αρτηριακή πίεση σε υπερτασικούς αρουραίους και ανθρώπους. Η ανασκόπηση των Wang και άλλων (2018), δείχνει ότι οι 8 εβδομάδες δίαιτας χαμηλού αλατιού οδήγησαν σε αύξηση της αρτηριακής πίεσης μέσω της ενεργοποίησης του RAS (σύστημα ρενίνης, αγγειοτενσίνης) και του συμπαθητικού νευρικού συστήματος σε αρσενικούς αρουραίους. Η συστολική και η διαστολική αρτηριακή πίεση των αρουραίων μετρήθηκαν με τη χρήση ενός μη επεμβατικού συστήματος μανομετρίας (Ye et al., 2018). Μολαταύτα, παρόλο αυτών των ευρημάτων, οι ερευνητές δεν γνωρίζουν αν οι ποικίλες επιδράσεις της δίαιτας χαμηλού αλατιού στην αρτηριακή πίεση σχετίζονται με γονίδια ή άλλους περιβαλλοντικούς και διατροφικούς παράγοντες, όπως η πρόσληψη καλίου, ασβεστίου και μαγνησίου. Εκτός των άλλων, χρήζει προσοχής και η περίσσεια νατρίου, η οποία συμβάλλει στην υψηλή αρτηριακή πίεση και σε βλάβες ορισμένων οργάνων όπως της καρδιάς, των νεφρών, των οστών (Austin et al., 2019). Βλάβες, οι οποίες θα διευκρινιστούν στην επόμενη υποενότητα. Είναι αναγκαίο λοιπόν, να συγκεντρωθούν κατευθυντήριες συστάσεις για την ιδανική και μη επιβλαβή για την υγεία κατανάλωση αλατιού, τόσο για τον υγιή πληθυσμό όσο και για ασθενείς. Ανάπτυξη αυτών, θα επακολουθήσει στην συνέχεια.

1.1.1 Νεφρική νόσος

Ο νεφρός είναι υπεύθυνος για την ισορροπία του νατρίου ρυθμίζοντας την επαναρρόφηση και απέκκριση υγρών και ηλεκτρολυτών (Suzuki et al., 2007 ; Esteva-Font et al., 2011). Η αυξημένη πρόσληψη αλατιού, οδηγεί στην αύξηση της ενδοσπειραματικής πίεσης, η οποία μπορεί να προκαλέσει ή να επιδεινώσει τη χρόνια νεφρική βλάβη και να αυξήσει τον κίνδυνο για προοδευτική νεφρική νόσο (Suzuki et al., 2007). Επίσης, μπορεί να οδηγήσει σε υπερφόρτωση πίεσης και όγκου των νεφρών, με την προκύπτουσα σπειραματική υπέρταση να επιταχύνει τη μείωση του eGFR (Ohta et al., 2013) ή να προκαλέσει πρωτεϊνουρία. Η πρωτεϊνουρία αντικατοπτρίζει συχνά μια αύξηση της πίεσης σπειραματικής διήθησης και αποτελεί ανεξάρτητο παράγοντα κινδύνου για τη μείωση του eGFR (Jafar et al., 2001 ; Lea et al., 2005 ; Halbesma et

al., 2006 ; Meijer et al., 2010). Κλινικές δοκιμές ακόμη, έδειξαν ότι η πρωτεϊνουρία σχετίζεται με την πρόγνωση της ΧΝΝ και ότι η ελάττωση της, μειώνει τον κίνδυνο νεφρικών επεισοδίων (Roscioni et al., 2014). Παράλληλα, προκαλεί άμεσα νεφρική ίνωση, αυξάνει τη φλεγμονή, ανεξάρτητα από τις μεταβολές της αρτηριακή πίεσης (Oppelaar & Vogt., 2019).

Στον γενικό πληθυσμό με φυσιολογική νεφρική λειτουργία, το διαιτητικό αλάτι είναι ένας σημαντικός καθοριστικός παράγοντας της μελλοντικής νεφρικής λειτουργίας ανεξάρτητα από τις επιδράσεις του στην αρτηριακή πίεση (Sugiura et al., 2018). Η μελέτη αυτή, έδειξε ότι τα άτομα που εμφάνισαν διαταραχή της νεφρικής λειτουργίας κατανάλωναν μεγάλη ποσότητα αλατιού (μέση πρόσληψη αλατιού 11,5 gr) σε σχέση με τα άτομα που κατανάλωναν μικρές ποσότητες (μέση πρόσληψη αλατιού 6,2 gr) (Sugiura et al., 2018). Ωστόσο, δεν υπάρχουν βασικές γνώσεις για τις συνέπειες όσον αφορά την εξέλιξη της νόσου και την ανταπόκριση στη διαιτητική επιβάρυνση με αλάτι (Oppelaar & Vogt 2019).

1.1.2 Καρκίνος στομάχου

Παράγοντες κινδύνου που έχουν αναγνωριστεί για τον καρκίνο του στομάχου, εκτός από την λοίμωξη ελικοβακτηριδίου του πυλωρού HP, το κάπνισμα, το αλκοόλ, την παχυσαρκία, την ακτινοβολία και το οικογενειακό ιστορικό, είναι τα διαιτητικά νιτρώδη και τα τρόφιμα που διατηρούνται με αλάτι (Wang et al., 2009 ; Crew & Neugut., 2006 ; Forman & Burley 2006 ; Yaghoobi et al., 2017 ; Murphy et al., 2015 ; Morgagni et al., 2015). Οι μηχανισμοί με τους οποίους η δίαιτα με υψηλή περιεκτικότητα σε αλάτι αυξάνει τον κίνδυνο γαστρικού καρκίνου στον άνθρωπο είναι ατελώς κατανοητοί (Loh et al., 2007). Μια πιθανότητα είναι ότι το αλάτι μπορεί να έχει άμεσες επιδράσεις στο γαστρικό βλεννογόνο που χαμηλώνουν το κατώφλι για κακοήγη μετασχηματισμό (De Koster et al., 1994). Μια άλλη προτεινόμενη εξήγηση είναι ότι το αλάτι βλάπτει το γαστρικό βλεννογόνο, επιτρέποντας έτσι την αυξημένη είσοδο καρκινογόνων ουσιών στο γαστρικό ιστό (Furihata et al., 1996). Άλλη εικασία αφορά ότι τρόφιμα όπως το επεξεργασμένο κρέας, το παστό κρέας και τα αποξηραμένα ψάρια, τα οποία είναι εκτεθειμένα σε αλάτι, έχουν επίσης υψηλή περιεκτικότητα σε νιτρώδες ενώσεις, που μπορεί να εμπλέκεται στη γαστρική καρκινογένεση (World Cancer Research Fund/American Institute for Cancer Research, 2007). Περαιτέρω πληροφορίες δίνονται από τον Kim και τους συνεργάτες του (2010), όπου το αλάτι δεν

είναι άμεσα καρκινογόνο, αλλά η κατανάλωση τροφίμων που έχουν προ-συντηρηθεί με αλάτι μπορεί να προκαλέσει ατροφική γαστρίτιδα με άμεση βλάβη του γαστρικού βλεννογόνου (Furihata et al., 1996) ή να ενισχύσει τη διεύδυση καρκινογόνων ουσιών (Tatematsu et al., 1975). Επιπρόσθετα, η χρόνια πρόσληψη αλατιού μπορεί να ενισχύσει την καρκινογένεση που σχετίζεται με το ελικοβακτηρίδιο του πυλωρού προκαλώντας πολλαπλασιασμό, αποικισμό και ατροφία αδένων (Fox et al., 1999). Έτσι, πληθώρα ερευνών αναφέρουν την θετική συσχέτιση της υψηλής κατανάλωσης νατρίου με την εμφάνιση καρκίνου στομάχου (Πίνακας 1.1) (Peleteiro et al., 2010 ; D'Elia et al., 2013 ; Tsugane et al., 2004 ; Tsugane et al., 1994 ; Beevers et al., 2004 ; Gonzalez et al., 2006).

1.1.3 Οστεοπόρωση

Η οστεοπόρωση είναι μια μεταβολική οστική ασθένεια, που χαρακτηρίζεται από χαμηλή οστική μάζα και επιδείνωση του οστικού ιστού (Raisz., 2005), με μικροαρχιτεκτονική φθορά των οστών που οδηγεί σε αυξημένη ευθραυστότητα και αυξημένο κίνδυνο κατάγματος (Rachner et al., 2011). Την ασθένεια αυτή αντιμετωπίζουν περισσότεροι από 200 εκατομμύρια άνθρωποι παγκοσμίως (Maalouf., et al., 2007). Έρευνες (Park et al., 2015, Bedford & Barr., 2011), που αφορούσαν την συσχέτιση του νατρίου με την οστεοπόρωση, δείχνουν πως η αυξημένη πρόσληψη του, αποτελεί παράγοντα κινδύνου για την εμφάνιση της ασθένειας (Πίνακας 1.1). Συγκεκριμένα, σε μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες στην Κορέα (Park., et al 2015 ; Park et al., 2016), αποδείχθηκε πως η υψηλή πρόσληψη νατρίου (> 2000 mg), οδηγεί σε αυξημένη απέκκριση του από τα ούρα (>2gr/ημέρα), η οποία έχει σαν αποτέλεσμα την υπερασβεστιουρία, αυξάνοντας έτσι τον κίνδυνο για εμφάνιση οστεοπόρωσης (Kim et al., 2015 ; Teucher et al., 2008 ; Lin et al., 2003 ; Castenmiller et al., 1985 ; Shortt & Flynn., 1990). Παράλληλα, αναλύθηκαν δείγματα ούρων σε μη παχύσαρκες γυναίκες, για 24 ώρες (Bedford & Barr., 2011). Τα αποτελέσματα, έδειξαν πως η απέκκριση νατρίου κατά 100 mmol (2.300 mg) οδηγεί σε απέκκριση ασβεστίου κατά 1,1 mmol (34 mg), προκαλώντας μακροχρόνια μείωση της οστικής πυκνότητας και αυξάνοντας παράλληλα τον κίνδυνο οστεοπόρωσης.

Έν συνεχεία, διεξήχθησαν έρευνες (Holm., et al 2016 ; Adams., et al 2019 ; Murthy et al., 2019 ; Verbalis et al., 2010 ; Afshinnia et al., 2015 ; Verbalis., 2015), που δείχνουν ότι η υπονατριαιμία μπορεί να προκαλέσει ή να επιταχύνει τον κίνδυνο για εμφάνιση

της οστεοπόρωσης (Πίνακας 1.1). Πιο συγκεκριμένα, ο Holm και οι συνεργάτες του (2016), δημοσίευσαν μια έρευνα τους, η οποία πραγματοποιήθηκε κατά την περίοδο 2000 – 2012, σε 5.610 γυναίκες. Αφού μετρήθηκε το νάτριο ορού, εξετάστηκε η συσχέτιση του με συμπτώματα καταγμάτων της οσφυϊκής μοίρας, της σπονδυλικής στήλης και άλλων οστικών καταγμάτων, τα οποία αποτελούν συμπτώματα της οστεοπόρωσης (Coughlan & Dockery., 2014). Αποδείχθηκε πως στους ασθενείς με υπονατρίαμία, στους οποίους το νάτριο ορού ήταν <135 mmol/L, ο επιπολασμός της οστεοπόρωσης μέσω της εμφάνισης των παραπάνω συμπτωμάτων, ήταν 1,5 φορές μεγαλύτερος από εκείνους χωρίς υπονατρίαμία (Holm., et al 2016). Η αναδρομική μελέτη των Adams και των συνεργατών του (2019), που έρχεται σε συμφωνία με την παραπάνω, πραγματοποιήθηκε κατά την περίοδο 1998-2014, από τα μέλη του συστήματος υγείας KPSC, στην οποία συμμετείχαν 341.003 άντρες και γυναίκες. Στα άτομα αυτά μετρήθηκε το νάτριο ορού, καθώς και η οστική τους πυκνότητα μέσω της μεθόδου DXA, ενώ ακολούθησε ο έλεγχος συσχέτισης των δύο αυτών παραμέτρων. Παρατηρήθηκε πως στα άτομα με χρόνια υπονατρίαμία (Νάτριο ορού < 135 mmol/L) ο επιπολασμός της οστεοπόρωσης μέσω της μέτρησης της οστικής πυκνότητας ήταν 59,7 %. Επιπολασμός, μεγαλύτερος σε σύγκριση με τα άτομα φυσιολογικού νατρίου ορού (>135 mmol/L), όπου το ποσοστό ήταν 43,9 %. Παρατηρούμε λοιπόν, πως τόσο η υψηλή πρόσληψη νατρίου (μέσω της αυξημένης απέκκρισης του από τα ούρα), όσο και η μειωμένη περιεκτικότητα του στο αίμα, έχει αποδειχθεί μέσω ερευνών της τελευταίας εικοσαετίας, πως καθίστανται σημαντικοί παράγοντες για την εμφάνιση της οστεοπόρωσης (Park., et al 2015, Bedford & Barr., 2011 ; Holm et al., 2016 ; Adams et al., 2019).

1.1.4 Υπέρταση

Η υπερβολική πρόσληψη αλατιού από τους καταναλωτές έχει συσχετιστεί με ανάπτυξη υπέρτασης (Irish Heart Foundation 2008 ; O'Donnell et al., 2015 ; Whelton et al., 2012) και κατά συνέπεια υψηλότερο κίνδυνο ανάπτυξης καρδιαγγειακών παθήσεων, ειδικά για υπερτασικά και ηλικιωμένα άτομα (Irish Heart Foundation 2008). Η υπέρταση ορίζεται ως συστολική αρτηριακή πίεση ≥ 140 mmHg ή διαστολική αρτηριακή πίεση ≥ 90 mmHg, σε συνδυασμό με αντιυπερτασική θεραπεία (Mc Kearney et al., 2005 ; Fagard., 2007). Συγχρόνως, σχετίζεται με μια αυξημένη πιθανότητα καρδιαγγειακής θνησιμότητας, αιφνίδιου θανάτου, εγκεφαλικού επεισοδίου, στεφανιαίας νόσου,

καρδιακής ανεπάρκειας, κολπικής μαρμαρυγής και νεφρικής ανεπάρκειας (Fagard., 2007). Πιο συγκεκριμένα, στην ανασκόπηση του Sharman και των συνεργατών του (2019), η υπέρταση κατηγοριοποιείται σύμφωνα με τον πίνακα 1.1.4 :

Διαγνωστική κατηγορία	Συστολική (mmHg)	Διαστολική (mmHg)
Ιδανική	<120	<80
Φυσιολογική	120-129	80-84
Υψηλά φυσιολογική	130-139	85-89
Βαθμός 1 (ήπια υπέρταση)	140 -159	90-99
Βαθμός 2 (μέτρια υπέρταση)	160-179	100-109
Βαθμός 3 (αυστηρή υπέρταση)	≥ 180	≥ 110
Απομονωμένη συστολική υπέρταση	>140	<90

(Sharman et al., 2019)

Ο επιπολασμός στον πληθυσμό ανέρχεται περίπου στο 25% και αναμένεται να αυξηθεί έως και περίπου 29% το 2025 (Fagard., 2007). Ο Mozaffarian και οι συνεργάτες του (2015), αναφέρουν πως η υπέρταση επηρεάζει περίπου το 33% άνω των 18 ετών στις ΗΠΑ και πάνω από το 40% από 25 ετών και άνω παγκοσμίως (Mozaffarian et al., 2015 ; WHO., 2011). Σκοπός λοιπόν του ΠΟΥ, είναι η μείωση του επιπολασμού της υπέρτασης κατά 25%, στην περίοδο 2010 - 2025 (WHO., 2018).

Στην συνέχεια, όσον αφορά, το πώς ορισμένες συνήθειες του τρόπου ζωής επηρεάζουν την συστολική αρτηριακή πίεση, αυξάνοντάς την, παρατίθεται στον παρακάτω πίνακα, προερχόμενο απ' την ανασκόπηση του Schleich και άλλων (2016).

Πίνακας 1.1.4.1

Τρόπος ζωής	Αύξηση συστολικής πίεσης (mmHg)
Υψηλή πρόσληψη νατρίου (fast food)	2-14
Πρόσφατη κατανάλωση αλκοόλ	2-4
Ενεργητικά ποτά/ καφεΐνη	2-8
Διεγερτικά φάρμακα	3-6
Κοκαΐνη	~8
Αναβολικά στεροειδή	~9
Από του στόματος αντισυλληπτικά	8-15
Μη στεροειδή αντιφλεγμονώδη φάρμακα	2-4
Πρόσφατο κάπνισμα	10-12

(Schleich et al., 2016)

Υπάρχουν αδιάσειστα στοιχεία που αποδεικνύουν ότι η διατροφή και κυρίως η πρόσληψη αλατιού (χλωριούχο νάτριο), έχει σημαντικές επιπτώσεις στην αρτηριακή πίεση (Dorner et al., 2013 ; Appel et al., 2006) καθώς επίσης διαδραματίζει εξέχοντα ρόλο στη διαχείριση της (Ekmekcioglu et al., 2013). Έχουν δημοσιευθεί μελέτες (He & McGregor., 2002), που δείχνουν ότι η μείωση της πρόσληψης νατρίου συνδέεται με μείωση της συστολικής και διαστολικής αρτηριακής πίεσης, ιδίως σε υπερτασικά αλλά και σε νορμοτασικά άτομα (Whelton et al., 2014 ; He et al., 2013 ; Rust & Ekmekcioglu., 2016). Στην ανασκόπηση των He και των συνεργατών του (2013), συμπεριλήφθηκαν 34 μελέτες με 3.230 συμμετέχοντες (Πίνακας 1.1). Η μετα-ανάλυση έδειξε ότι η μέση μεταβολή του νατρίου στα ούρα ήταν -75 mmol/24h (ισοδύναμο με μείωση 4,4 gr/ημέρα αλατιού). Μια μακροχρόνια μέτρια μείωση της πρόσληψης αλατιού κατά 4,4 gr/ημέρα κατά μέσο όρο, προκαλεί σημαντική πτώση της αρτηριακής πίεσης σε άτομα τόσο με αυξημένη όσο και με φυσιολογική αρτηριακή πίεση. Επιπλέον, τυχαιοποιημένες ελεγχόμενες δοκιμές σε υπερτασικούς ασθενείς (guidelines committee., 2003), δείχνουν ότι η ελάττωση του νατρίου κατά 80-100 mmol/ημέρα (4,7-5,8 gr) από την αρχική πρόσληψη περίπου 180 mmol/ημέρα (10,5 g) οδηγούν σε μείωση της αρτηριακής πίεσης κατά μέσο όρο 4-6 mm/Hg. Ακόμα περισσότερο εάν

συνδυαστεί και με άλλες διατροφικές αλλαγές, ενισχύοντας και την επίδραση της φαρμακευτικής αγωγής (guidelines committee., 2003). Στην ανασκόπηση των Rust & Ekmekcioglu (2016) αναφέρεται, μία από τις πιο γνωστές και παγκόσμιες μελέτες, αυτή της Intersalt, που αφορά τις επιδράσεις του αλατιού στην αρτηριακή πίεση. Η συγκριμένη μελέτη, περιελάμβανε 32 χώρες και 52 διαφορετικούς πληθυσμούς σε 10.074 άντρες και γυναίκες ηλικίας 20-59 ετών (διάμεση ηλικία 40 ετών) (Πίνακας 1.1). Αποδείχθηκε ότι 100 mmol υψηλότερη απέκκριση νατρίου στα ούρα σχετιζόταν με κατά μέσο όρο 6 ή 3 mm/Hg υψηλότερη συστολική αρτηριακή πίεση.

Στην ανασκόπηση του Laddy και των συνεργατών του (2009), υπογραμμίζεται ότι η μείωση της πρόσληψης νατρίου ή του πρόσθετου αλατιού αποτελεί καινοτόμο παράγοντα αντιμετώπισης της υπέρτασης στον γενικότερο πληθυσμό (Laddy et al., 2009 ; Kojuri & Rahimi., 2007 ; Mente et al., 2014). Σε μελέτη που πραγματοποιήθηκε απ' τους Kojuri και Rahimi (2007), εξετάστηκε πώς η «δίαιτα χωρίς προσθήκη αλατιού» έχει επίδραση σε έναν υπέρτασικό πληθυσμό έχοντας υψηλή διαιτητική πρόσληψη νατρίου. Επιτυγχάνεται με μέτρηση 24ωρης απέκκρισης νατρίου στα ούρα, καθώς και των τιμών της συστολικής και διαστολικής πίεσης μετά από 6 εβδομάδες. Πιο συγκεκριμένα, ελέγχθηκαν 80 ασθενείς, στους οποίους μετρήθηκε η αρτηριακή πίεση για 24 ώρες. Οι ασθενείς δεν νοσούσαν από άλλη ασθένεια, ενώ δεν λάμβαναν φαρμακευτική θεραπεία. Η δίαιτα χαμηλού αλατιού, ορίστηκε ως πρόσληψη νατρίου κάτω από 3 gr/ημέρα, η δίαιτα μέτριας πρόσληψης ως πρόσληψη από 3-7 gr/ημέρα και η δίαιτα υψηλής περιεκτικότητας ως περισσότερο από 7 gr/ημέρα (Fodor et al., 1999). Με βάση αυτήν την ταξινόμηση και την ποιοτική αξιολόγηση της εβδομαδιαίας πρόσληψης αλατιού, οι ασθενείς χωρίστηκαν σε τρεις κατηγορίες χαμηλής, μεσαίας και υψηλής πρόσληψης νατρίου. Παρατηρήθηκε πως δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά στα άτομα, ως προς τους παράγοντες ηλικίας, βάρους, φύλου, υπερλιπιδαιμίας, οικογενειακού ιστορικού υπέρτασης, μέσης συστολικής και διαστολικής ΑΠ, κατά τη διάρκεια της ημέρας και της νύχτας. Μετά από 6 εβδομάδες δίαιτας χωρίς πρόσθετο αλάτι, η συστολική και η διαστολική πίεση μειώθηκαν σημαντικά κατά τη διάρκεια της ημέρας (μέση μείωση: 12,1/6,8 mmHg) και τη νύχτα (μέση μείωση: 11,1/5,9 mmHg). Η απέκκριση νατρίου στα ούρα μειώθηκε κατά 37,1 meq/d $\pm$ 39,67 mg/dL. Μόνο το 36% των ασθενών, που ακολούθησαν την δίαιτα χωρίς πρόσθετο αλάτι, πέτυχαν τον στόχο της προ θεραπείας, δηλαδή η απέκκριση νατρίου να είναι κάτω από 100 meq/dL (Kojuri & Rahimi., 2007). Επομένως, η δίαιτα χωρίς

πρόσθετο αλάτι μπορεί να προταθεί σε όλους τους ασθενείς με υπέρταση. Ωστόσο, ο περιορισμός της πρόσληψης αλατιού πρέπει να είναι μέτριος έως υψηλός (Kojuri & Rahimi., 2007).

Στην συνέχεια, στην μελέτη που πραγματοποιήθηκε απ' τον Mente και τους συνεργάτες του (2014), κατά παρόμοιο τρόπο, εξετάσθηκε η σχέση της αύξησης νατρίου και καλίου με την αρτηριακή πίεση, μέσω δείγματος ούρων απ' τα οποία θα υπολόγιζαν την απέκκριση των ηλεκτρολυτών. Πιο συγκεκριμένα, εξετάσθηκαν 102.216 ενήλικες (ηλικίας 35 – 70 ετών), ανεξάρτητου φύλου, απ'τους οποίους συλλέχθηκε δείγμα ούρων νηστείας το πρωί της εισόδου τους στην κλινική. Μετά την ανάλυση της 24ωρης απέκκρισης νατρίου, παρατηρήθηκε ότι σε τιμές <3 γραμμάρια νατρίου/ημέρα, η συστολική αρτηριακή πίεση κυμαίνονταν από 127,4 – 128,3 mmHg. Σε τιμές 2-5 γραμμάρια / ημέρα, κυμαίνονταν από 129–129,5 mmHg, ενώ σε τιμές >5 γραμμάρια, οι τιμές κυμαίνονταν από 137,7–135,0 mmHg. (Kawasaki et al., 1993 ; Kawamura et al., 2006). Οι συμμετέχοντες κατηγοριοποιήθηκαν σε ομάδες με αυξήσεις 1 gr ημερησίως σε απέκκριση νατρίου ούρων και αυξήσεις 0,25 g ανά ημέρα σε απέκκριση καλίου. Τα τελικά αποτελέσματα, έδειξαν αυξήσεις 2,11 mmHg στη συστολική αρτηριακή πίεση και 0,78 mmHg στη διαστολική αρτηριακή πίεση, για κάθε προσ αύξηση 1 γραμμαρίου απέκκρισης νατρίου. Παρατηρήθηκε αύξηση 2,58 mmHg στη SBP ανά γραμμάριο νατρίου σε απέκκριση >5 γραμμάρια ανά ημέρα. Η SBP αυξήθηκε κατά 1,74 mmHg, για απέκκριση 3-5 γραμμάρια, ανά ημέρα και 0,74 mm Hg , για <3 gr την ημέρα. Η αύξηση της SBP ήταν μεγαλύτερη για άτομα με υπέρταση (2,49 mmHg ανά γραμμάριο απέκκρισης νατρίου) από ότι για άτομα χωρίς υπέρταση (1,30 mmHg ανά γραμμάριο). Ακόμα, ήταν πιο αυξημένη σε μεγαλύτερες ηλικίες (2,97 mmHg/γραμμάριο απέκκρισης σε ηλικία> 55 ετών, 2,43 mmHg/γραμμάριο, σε ηλικία 45 έως 55 ετών και 1,96 mmHg / γραμμάριο σε ηλικία <45 ετών). Η απέκκριση καλίου συσχετίστηκε αντιστρόφως ανάλογα με τη συστολική αρτηριακή πίεση, με μεγαλύτερη απόκλιση στα άτομα με υπέρταση (Mente et al., 2014).

Περαιτέρω, σε ένα υψηλό βρετανικό δείγμα περισσότερων από 23.000 ατόμων ηλικίας 45-79 ετών, τα άτομα με χαμηλότερη πρόσληψη αλατιού παρουσίασαν κατά μέσο όρο 7,2 / 3,0 mmHg (συστολική/διαστολική) χαμηλότερη αρτηριακή πίεση σε σύγκριση με την ομάδα με τη μεγαλύτερη πρόσληψη (Khaw et al., 2004). Στην ίδια ανασκόπηση οι περισσότερες μελέτες διήρκεσαν 2-8 εβδομάδες και η ημερήσια μείωση του αλατιού ήταν της τάξης των 4,3-9,3 gr/ημέρα. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα τη μείωση της

αρτηριακής πίεσης στο εύρος 3,9-5,9 mmHg συστολική και 1,9-3,8 mmHg διαστολική στους υπερτασικούς και 1,2-2,4 συστολική και 0,3-1,1 mmHg διαστολική στους νορμοτασικούς (Aburto et al., 2013 ; He & McGregor 2002 ; Kotchen et al., 2013 ; He et al., 2013). Στην μετα-ανάλυση του Mozaffarian και των συνεργατών του (2014), συμπεριλήφθηκαν 103 μελέτες από τις 107, όπου βρέθηκαν ισχυρές ενδείξεις για κάθε μείωση της πρόσληψης νατρίου κατά 2,3 gr/ημέρα (που ισοδυναμεί με περίπου 5,8 gr αλάτι) να σχετίζεται με μείωση της συστολικής αρτηριακής πίεσης κατά 3,82 mmHg.

Πίνακας 1.1 Έρευνες που δείχνουν την συσχέτιση αλατιού με παθολογικές καταστάσεις

Κλινική κατάσταση	Άτομα	Ηλικία	Μέση πρόσληψη αλατιού	Τύπος μελέτης	Συσχέτιση	Βιβλιογραφία
Νεφρική Νόσο	1.384	≥ 20	11,5 gr	Observational	Θετική συσχέτιση	Sugiura et al (2018)
Καρκίνος	2.485	18 – 92	8,966 gr	Case- control	Θετική συσχέτιση	Peleteiro et al., (2010)
Καρκίνος	39.065	40 – 59	-	Cohort	Θετική συσχέτιση	Tsugane et al., (2004)
Καρκίνος	520.000	35 – 70	-	Prospective studies	Θετική συσχέτιση	Gonzalez et al., (2006)
Καρκίνος	634	40 -49	12,8 gr	cross-sectional study	Θετική συσχέτιση	D’Elia et al., (2013)
Υπέρταση	3.230	22-73	9,4 gr	Meta-analysis	Θετική συσχέτιση	He et al., (2013)
Υπέρταση InterSalt study	10,074	20-59	Νάτριο ορού:> 100 mmol/L	cross sectional study	Θετική συσχέτιση	Rust & Ekmekcioglu (2016)

Οστεοπόρωση	537	58±6	>2000 mg/day	Cross-sectional study	Θετική συσχέτιση	Park S., et al (2015)
Οστεοπόρωση	102	24±3,4	2.648 ± 1.089 mg/day	Cross checked	Θετική συσχέτιση	Bedford J.L. & Barr, S.I. (2011)
Οστεοπόρωση - υπονατριαιμία	5.610	61,4	Νάτριο ορού: 141,5 mmol/L	Cohort study	Θετική συσχέτιση	Holm, J.P., et al., (2015)
Οστεοπόρωση - υπονατριαιμία	341.003	63,3	Νάτριο ορού: 139 mmol/L	Cohort study	Θετική συσχέτιση	Adams A., et al., (2019)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΣΥΣΤΑΣΕΙΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΝΑΤΡΙΟΥ

Οι συστάσεις τόσο για υγιή πληθυσμό, όσο και για υπερτασικά άτομα αναγράφονται στον Πίνακα 2, καθώς φαίνεται ότι με την πάροδο του χρόνου δεν παρουσιάζουν μεγάλη διαφορά από τις αρχικές που είχαν προταθεί.

Αρχικά, ο ΠΟΥ συνιστά μικρότερη κατανάλωση νατρίου για τη μείωση της αρτηριακής πίεσης και του κινδύνου καρδιαγγειακής νόσου, εγκεφαλικού επεισοδίου και στεφανιαίας νόσου στους ενήλικες (WHO., 2012). Συγκεκριμένα, ο ΠΟΥ αναφέρει μείωση της πρόσληψης νατρίου σε <2 gr/ημέρα (5 gr/ημέρα αλάτι) στους ενήλικες. Για την οριστικοποίηση της σύστασης νατρίου, ακολουθήθηκε η μεθοδολογία GRADE, για την προετοιμασία τεκμηρίωσης, με βάση πρόσφατες συστηματικές ανασκοπήσεις της επιστημονικής βιβλιογραφίας (Guyatt et al., 2008).

Οι συστάσεις αυτές ισχύουν για όλα τα άτομα, με ή χωρίς υπέρταση, εκτός από τα άτομα που πάσχουν από ασθένειες ή λαμβάνουν φαρμακευτική αγωγή που μπορεί να οδηγήσουν σε υπονατριαιμία ή οξεία συσσώρευση νερού στο σώμα ή απαιτούν δίαιτα υπό ιατρική επίβλεψη (π.χ. ασθενείς με καρδιακή ανεπάρκεια και άτομα με διαβήτη τύπου I) (Paterna et al., 2008 ; Thomas et al., 2011). Ως εκ τούτου, οι υποπληθυσμοί αυτοί, δεν ελήφθησαν υπόψη κατά την ανασκόπηση των στοιχείων και τη δημιουργία

της κατευθυντήριας γραμμής. Οι συστάσεις αυτές, βασίστηκαν στο σύνολο των στοιχείων σχετικά με τη σχέση μεταξύ της πρόσληψης νατρίου και της αρτηριακής πίεσης, της συνολικής θνησιμότητας, των καρδιαγγειακών παθήσεων, των εγκεφαλικών επεισοδίων, της στεφανιαίας νόσου, καθώς και των πιθανών δυσμενών επιδράσεων στα λιπίδια του αίματος, στα επίπεδα των κατεχολαμινών και στη νεφρική λειτουργία. Οι εν λόγω συστάσεις, θα πρέπει να επανεξεταστούν όταν θα είναι διαθέσιμα περισσότερα στοιχεία σχετικά με τη σχέση μεταξύ της πρόσληψης νατρίου και της συνολικής θνησιμότητας και των εκβάσεων καρδιαγγειακής νόσου (WHO., 2012).

Στην μελέτη των Rust & Ekmekcioglu (2016), η πρόσληψη αλατιού δεν θα πρέπει να υπερβαίνει τα 5 gr/ημέρα (<2 g νατρίου/ημέρα). Όχι περισσότερο από 1,5 gr νατρίου/ημέρα σε μαύρους, άτομα μέσης και μεγάλης ηλικίας και άτομα με υπέρταση, διαβήτη ή χρόνια νεφρική νόσο. Οι συστάσεις αυτές έρχονται σε συμφωνία με τις συστάσεις του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας καθώς και με τις συστάσεις που αναγράφονται στην ανασκόπηση των Grillo και των συνεργατών του (2019). Οι κατευθυντήριες γραμμές της ESH/ESC προτείνουν επίσης, τη μείωση της διαιτητικής πρόσληψης αλατιού στα 5 gr/ημέρα (2,0 gr νατρίου) για τη διαχείριση της υπέρτασης (Mancia et al., 2013). Η κατευθυντήρια γραμμή για την υπέρταση, της ACC/AHA παρέχει μια ολοκληρωμένη, ορθή προσέγγιση για τη διάγνωση και τη θεραπεία της υπέρτασης στους ενήλικες. Έτσι συνίσταται περιορισμός του νατρίου < 1,5 gr/ημέρα (Whelton et al., 2012) ή κατ' ελάχιστο απόλυτη μείωση τουλάχιστον 1,0 gr/ημέρα (Flack & Adekola., 2019). Περαιτέρω κατευθυντήριες οδηγίες, δίνονται από τα DRIs (Oria et al., 2019). Είναι ένα σύνολο ποσοτικών τιμών αναφοράς για τον φαινομενικά υγιή πληθυσμό, που αναπτύχθηκαν από κοινού για τις Ηνωμένες Πολιτείες και τον Καναδά. Οι τιμές DRIs προκύπτουν μέσω μιας επαναληπτικής διαδικασίας που αναπτύχθηκε ως απάντηση στην αναγνώριση της ανάγκης για ένα ασφαλές και επαρκές εύρος πρόσληψης θρεπτικών συστατικών και άλλων τροφικών ουσιών, πέρα από την ικανοποίηση των βασικών απαιτήσεων για την πρόληψη ασθενειών λόγω ανεπάρκειας. Για τον καθορισμό της επαρκούς ποσότητας νατρίου, η επιτροπή εξέτασε το εύρος των προσλήψεων νατρίου που έχουν αξιολογηθεί σε μελέτες που περιλαμβάνονται στη συστηματική ανασκόπηση της AHRQ (Newberry et al., 2018). Σε μια ελεγχόμενη δοκιμή σίτισης, τα χαμηλότερα επίπεδα πρόσληψης νατρίου κυμαίνονταν από 949 έως 2.452 mg/d (41 έως 107 mmol/d). Η χαμηλή πρόσληψη νατρίου σε οκτώ επιπλέον

δοκιμές ήταν κάτω από 1.800 mg/d (78 mmol/d). Σε όλες τις δοκιμές, δεν αναφέρθηκαν συμπτώματα ανεπάρκειας. Επιπλέον, δεν υπήρχαν επαρκή στοιχεία ότι η χαμηλή πρόσληψη νατρίου συνδέεται με άλλες πιθανές επιβλαβείς επιπτώσεις στην υγεία. Λαμβάνοντας υπόψη αυτούς τους δύο τύπους στοιχείων η επιτροπή καθόρισε την επαρκή ποσότητα νατρίου για ενήλικες ηλικίας 19 ετών και άνω σε 1,5 gr/ημέρα (65 mmol/ημέρα).

Επιπλέον δοκιμές, όσο αναφορά τα επίπεδα νατρίου αναγράφονται στην ανασκόπηση του Appel και των συνεργατών του (2011). Το χαμηλότερο επίπεδο πρόσληψης νατρίου σε κάθε δοκιμή ήταν 1,5 gr/ημέρα, το επίπεδο δηλαδή, που συνιστάται σήμερα από την AHA (Lloyd-Jones et al., 2010). Η μείωση της πρόσληψης νατρίου κατά 0,9 gr/ημέρα προκάλεσε μεγαλύτερη μείωση της ΑΠ όταν η αρχική πρόσληψη νατρίου ήταν 2,3 gr/ημέρα από ότι όταν ήταν 3,5 gr/ημέρα. Η μελέτη DASH, η μεγαλύτερη από τις 3 μελέτες (Vollmer et al., 2001 ; Bray et al., 2004) κατέγραψε επίσης, ότι η μειωμένη πρόσληψη νατρίου ελάττωσε σημαντικά την ΑΠ σε καθεμία από τις μελετηθείσες κύριες υποομάδες (δηλαδή, μη υπερτασικά άτομα, υπερτασικά άτομα, άνδρες, γυναίκες, Αφροαμερικανοί, μη Αφροαμερικανοί). Τα οφέλη της μείωσης της πρόσληψης νατρίου σε μη υπερτασικούς επιβεβαιώθηκαν πρόσφατα στη μελέτη σίτισης GenSalt (He et al., 2009), η οποία κατέγραψε ότι η μείωση της πρόσληψης νατρίου σε 1,5 gr/ημέρα μείωσε την ΑΠ σε 2.000 Ασιάτες ενήλικες με μέση συστολική/διαστολική ΑΠ 120/80 mmHg. Η μελέτη DASH-Sodium απέδειξε ότι η μείωση του νατρίου σε επίπεδο 1,5 gr/ημέρα μειώνει την ΑΠ περισσότερο στους μεγαλύτερους από ότι στους νεότερους σε ηλικία ανθρώπους (Bray et al., 2004). Η συστολική ΑΠ μειώθηκε κατά 8,1 mmHg σε άτομα ηλικίας 55 έως 76 ετών, σε σύγκριση με 4,8 mmHg για ενήλικες ηλικίας 23 έως 41 ετών. Σε άτομα χωρίς υπέρταση, η ΑΠ μειώθηκε κατά 7,0 mmHg σε ηλικιακό πληθυσμό >45 ετών σε σύγκριση με 3,7 mmHg σε άτομα ηλικίας ≤45 ετών. Οι κοινές διατροφικές οδηγίες του Υπουργείου Γεωργίας των ΗΠΑ και του Υπουργείου Υγείας και Ανθρωπίνων Υπηρεσιών των ΗΠΑ για τους Αμερικανούς για το 2010 δεν πρέπει να ξεπερνούν τα 1,5 gr/ημέρα νατρίου για τους Αφροαμερικανούς, τα άτομα ηλικίας 51 ετών και τα άτομα με υπέρταση, σακχαρώδη διαβήτη ή χρόνια νεφρική νόσο. Όχι περισσότερα από 2,3 gr/ημέρα νατρίου για όλους τους άλλους (Dietary Guidelines for Americans, 2010).

Εν συνεχεία στην ανασκόπηση του He και των συνεργατών του (2013), υπήρξαν δύο μελέτες που αφορούσαν τρία επίπεδα πρόσληψης αλατιού. Η πρώτη ήταν μελέτη

randomised double-blind cross-over study σε 20 άτομα με μη θεραπευόμενη ουσιώδη υπέρταση, όπου η πρόσληψη αλατιού μειώθηκε από 11,2 σε 6,4 και σε 2,9 gr/ημέρα, η κάθε μία για ένα μήνα (McGregor et al., 1989). Η ΑΠ ήταν 163/100 mmHg με πρόσληψη αλατιού 11,2 gr/ημέρα και μειώθηκε σε 155/95 mmHg όταν η πρόσληψη αλατιού ελαττώθηκε σε 6,4 gr/ημέρα (δηλαδή μείωση 8/5 mmHg). Η ΑΠ μειώθηκε περαιτέρω σε 147/91 mmHg όταν η πρόσληψη αλατιού ελαττώθηκε σε 2,9 gr/ημέρα (δηλαδή περαιτέρω μείωση κατά 8/4 mmHg). Μετά την ολοκλήρωση της δοκιμής, τα άτομα συνέχισαν τη χαμηλότερη πρόσληψη αλατιού όπου 19 από τους 20 συμμετέχοντες παρακολούθηθηκαν για 1 έτος. Σε 16 άτομα, η ΑΠ παρέμεινε ελεγχόμενη χωρίς αντιυπερτασική αγωγή και η μέση ΑΠ ήταν 142/87 mmHg με πρόσληψη αλατιού 3,2 gr/ημέρα (MacGregor et al., 1989). Η δεύτερη μελέτη, είναι η μελέτη DASH. Πάνω από 400 άτομα με φυσιολογική ή ήπια αυξημένη ΑΠ τυχαιοποιήθηκαν για να λάβουν είτε την κανονική αμερικανική διατροφή (ομάδα ελέγχου) είτε τη δίαιτα DASH η οποία είναι πλούσια σε φρούτα, λαχανικά και γαλακτοκομικά προϊόντα χαμηλών λιπαρών. Σε κάθε ομάδα, οι συμμετέχοντες έλαβαν 3 επίπεδα πρόσληψης αλατιού (δηλαδή 8 έως 6 και 4 gr/ημέρα) για 4 εβδομάδες. Τα αποτελέσματα έδειξαν σαφή σχέση δόσης-αντίδρασης τόσο στην κανονική αμερικανική διατροφή όσο και στη δίαιτα DASH. Η πτώση της ΑΠ ήταν μεγαλύτερη σε χαμηλότερο επίπεδο πρόσληψης αλατιού, δηλαδή από 6 έως 4 gr/ημέρα σε σύγκριση με εκείνη από 8 έως 6 gr/ημέρα (Sacks et al., 2001).

Από τα παραπάνω στοιχεία, ο He και οι συνεργάτες του αναφέρουν ότι οι συστάσεις για μείωση του αλατιού από τα σημερινά επίπεδα των 9-12 gr/ημέρα σε 5-6 gr/ημέρα θα έχουν σημαντική επίδραση στην αρτηριακή πίεση, αλλά δεν είναι ιδανικές. Μια περαιτέρω μείωση σε 3 gr/ημέρα θα έχει πολύ μεγαλύτερη επίδραση στην αρτηριακή πίεση σύμφωνα με τους συγγραφείς. Η συμβουλευτική υπηρεσία υγείας της κυβέρνησης του Ηνωμένου Βασιλείου, το NICE, συνέστησε τη μείωση της κατανάλωσης αλατιού από τον πληθυσμό στα 3 gr/ημέρα έως το 2025 (NICE., 2010). Από την άλλη μεριά στην ίδια ανασκόπηση, στις Ηνωμένες Πολιτείες, συνιστάται η μείωση της πρόσληψης νατρίου σε λιγότερο από 2,3 gr/ημέρα (που ισοδυναμεί με περίπου 6 gr/ημέρα αλάτι) για τους περισσότερους ενήλικες, με περαιτέρω μείωση σε 1,5 gr/ημέρα (4 gr/ημέρα αλάτι) για το ήμισυ περίπου του πληθυσμού (συμπεριλαμβανομένων των Αφροαμερικανών, όλων των ενηλίκων ηλικίας 51 ετών και άνω, καθώς και των ατόμων με υπέρταση, διαβήτη ή χρόνια πάθηση της νόσου)

(Institute of Medicine., 2010). Επιπλέον η United States Department of Health and Human Sciences (2015) συνιστά σε ενήλικες με υπέρταση, μείωση νατρίου στα 1,5 gr την ημέρα.

Στην ανασκόπηση των Ozemek και των συνεργατών του (2018), αναφέρεται η μελέτη Sacks (2001), όπου εξετάστηκαν οι επιδράσεις τριών επιπέδων πρόσληψης νατρίου. Το υψηλό επίπεδο περιλάμβανε 3,6 gr/ημερησίως, το ενδιάμεσο περιλάμβανε 2,3 gr/ημερησίως και το χαμηλό 1,2 gr/ημερησίως, σε συνδυασμό είτε με μια δίαιτα ελέγχου (τυπική δίαιτα των ΗΠΑ) είτε με την τυπική δίαιτα DASH σε άτομα με υπέρταση και νορμοτασικά άτομα. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι συμμετέχοντες που δεν είχαν υπέρταση (<140 και 90mmHg) είχαν 7,1 mmHg χαμηλότερη συστολική ΑΠ με την δίαιτα χαμηλής περιεκτικότητας σε νάτριο σε σύγκριση με τη δίαιτα ελέγχου και 11,5 mmHg χαμηλότερη συστολική ΑΠ στους συμμετέχοντες που είχαν υπέρταση. Αξίζει να σημειωθεί, ότι δεν συνιστάται περαιτέρω μείωση του νατρίου σε 1,5 gr/ημέρα ή λιγότερο σε ομάδες υψηλού κινδύνου (δηλαδή άτομα με καρδιακή ανεπάρκεια, διαβήτη, νεφρική νόσο και καρδιαγγειακά νοσήματα), καθώς τέτοιες χαμηλές προσλήψεις έχουν συσχετιστεί με δυσμενή αποτελέσματα καρδιαγγειακών νοσημάτων, όπως και προαναφέρθηκαν (Davy et al., 2015).

Οι συστάσεις συμφωνούν μεταξύ τους ως προς την καταναλισκόμενη ποσότητα νατρίου, δηλαδή <2 gr/ημέρα, με τις περισσότερες να αναφέρουν μια ποσότητα έως 1,5 gr/ημέρα, τόσο για υγιή πληθυσμό όσο και για υπερτασικούς.

Πίνακας 2. Συστάσεις νατρίου για ενήλικες

[Το διαιτητικό νάτριο καταναλώνεται κυρίως ως αλάτι: $\text{NaCl} = \text{Na (g)} * 2.54$] (Rust & Ekmekcioglu 2016).

Πληθυσμός	Ποσότητα νατρίου	Ποσότητα αλατιού	Βιβλιογραφία
Για όλα τα άτομα, με ή χωρίς υπέρταση, εκτός από τα άτομα που πάσχουν από ασθένειες	< 2 gr/ημέρα	5 gr/ημέρα	WHO (2012)

Για υγιή πληθυσμό	<2 gr/ημέρα	<5 gr/ημέρα	Rust & Ekmekcioglu (2016)
Για άτομα με υπέρταση	Όχι περισσότερο από 1,5 gr /ημέρα	Όχι περισσότερο από 3,81 gr	Rust & Ekmekcioglu (2016)
Για υγιή πληθυσμό	<2 gr/ημέρα	<5 gr/ημέρα	Grillo et al., (2019)
Για άτομα με υπέρταση	Όχι περισσότερο από 1,5 gr /ημέρα	Όχι περισσότερο από 3,81 gr	Grillo et al., (2019)
Για άτομα με υπέρταση	2,0 gr	5 gr/ημέρα	Mancia et al., (2013)
Για άτομα με υπέρταση	$\leq 1,5$ gr/ημέρα ή τουλάχιστον 1,0 gr/ημέρα	$\leq 3,81$ gr/ ημέρα ή 2,54 gr/ ημέρα	Flack & Adekola (2019)
Για υγιή πληθυσμό	1,5 gr/ημέρα	3,81 gr/ ημέρα	Oria et al., (2019)
Για όλα τα άτομα, με ή χωρίς υπέρταση	1,5 gr/ημέρα	3,81 gr/ ημέρα	Lloyd-Jones et al.,(2010)
Για όλα τα άτομα, με ή χωρίς υπέρταση	1,5 gr/ημέρα	3,81 gr/ ημέρα	Whelton et al., (2012)
Για υγιή πληθυσμό	όχι περισσότερα από 2,3 gr/ημέρα	όχι περισσότερα από 5,8 gr/ημέρα	Dietary Guidelines for Americans, (2010)
Για άτομα με υπέρταση	Όχι περισσότερο από 1,5 gr/ημέρα	Όχι περισσότερο από 3,81 gr/ ημέρα	Dietary Guidelines for Americans, (2010)
Για άτομα με υπέρταση	1,2 gr/ημέρα	3 gr/ημέρα	He et al., (2013)
Για υγιή πληθυσμό	λιγότερο από 2,3 gr/ημέρα	περίπου 6 gr/ημέρα	Institute of Medicine (2010)
Για άτομα με υπέρταση	1,5 gr/ημέρα	4 gr/ημέρα	Institute of Medicine (2010)
Για άτομα με υπέρταση	1,5 gr την ημέρα	Περίπου 4 gr/ημέρα	United States Department of Health and Human Sciences (2015)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΥΠΕΡΤΑΣΗ ΚΑΙ ΑΘΛΗΣΗ

3.1 Παθοφυσιολογία

Αρχικά, οι τιμές της υπέρτασης κατηγοριοποιούνται το ίδιο, τόσο στον γενικότερο, μη αθλούμενο πληθυσμό, όσο και στους αθλητές (Sharman et al., 2019). Ο συνολικός επιπολασμός της υψηλής αρτηριακής πίεσης στους αθλητές ή στους αθλούμενους είναι, περίπου 50% χαμηλότερος από τον γενικό πληθυσμό (Mark et al., 2002). Για να γίνει η συσχέτιση της υπέρτασης με την άθληση, αξίζει να αναφερθεί αρχικά η παθοφυσιολογία της νόσου σε κατάσταση άσκησης. Ο λόγος που αυξάνεται η αρτηριακή πίεση, κατά την διάρκεια της άσκησης είναι ότι η καρδιακή παροχή πρέπει να υψωθεί, για να καλύψει τις μεγαλύτερες μεταβολικές απαιτήσεις των εργαζομένων μυών. Η ύψωση αυτή προκύπτει από την υπερδιέγερση, τόσο του καρδιακού ρυθμού, όσο και του όγκου παλμού (Sharman & LaGerche., 2015). Σύμφωνα με τους Sharman και LaGerche (2015), η αρτηριακή πίεση είναι ανάλογη προς τη ροή και την αιμική αντίσταση. Ακόμα, οι μεταβολικές απαιτήσεις στην άσκηση αυξάνονται, όπως και η διάταση των συμβατών αρτηριών. Ωστόσο, υπάρχει ένα όριο στο οποίο οι αρτηρίες μπορούν να διασταλούν και να εξακολουθήσουν να μεταφέρουν οξυγονωμένο αίμα στους μυς (Sharman & LaGerche., 2015). Επομένως, σε ένα υγιές καρδιαγγειακό σύστημα, οι κλιμακώσεις της καρδιακής παροχής συνοδεύονται από μέτρια διέγερση της αρτηριακής πίεσης και του καρδιακού παλμού. Ταχεία αύξηση της αρτηριακής πίεσης, κατά τη διάρκεια της άσκησης, σε συνδυασμό με περιορισμένες ανυψώσεις της καρδιακής παροχής, προκαλείται λόγω μειωμένης αγγειοδιαστολής και αγγειακής συμμόρφωσης. Αντιθέτως, οι σταθερές τιμές της BP, υποδηλώνουν ελλειμματική μεταφορά οξυγονωμένου αίματος, προς τους μυς. Έτσι, η άσκηση αντιπροσωπεύει ένα ιδανικό μέσο ελέγχου τόσο για την καρδιακή παροχή όσο και για την αρτηριακή πίεση (Sharman & LaGerche., 2015). Τέλος, σε αυτό το σημείο, αξίζει να αναφερθεί πως στην άσκηση, η υπερτροφία που προκαλείται, από υπέρταση, στην αριστερή κοιλία μπορεί να προκαλέσει απειλητικές για τη ζωή κοιλιακές αρρυθμίες (Fagard.,2007).

Στην συνέχεια, ο Laddy και οι συνεργάτες του (2009), αναφέρουν ορισμένες γενικότερες συστάσεις αλλαγής του τρόπου ζωής των υπερτασικών αθλητών, οι οποίες είναι: 1) Μείωση της πρόσληψης νατρίου, 2) Αύξηση της πρόσληψης καλίου ιδιαίτερα σε αθλητές αντοχής, 3) Απώλεια βάρους, 4) Μείωση αλκοόλ, 5) Αποφυγή καπνίσματος, 6) Αποφυγή μη στεροειδών αντιφλεγμονώδων φαρμάκων, βοτάνων και

αναβολικών στεροειδών, 7) Τεχνικές χαλάρωσης (πχ. Γιόγκα) και 8) Ελαφριά σε ένταση αερόβια άσκηση (Laddy et al., 2009).

3.2 Ένταση άσκησης

Η αρτηριακή πίεση αυξάνεται κατά τη διάρκεια της άσκησης ανάλογα με την ένταση της προσπάθειας (Fagard., 2007). Η αερόβια προπόνηση μειώνει τη SBP κατά περίπου 2 mmHg έως 7 mmHg, με τη μεγαλύτερη μείωση σε υπερτασικούς αθλητές. Μέτριας έντασης προπόνηση με χαμηλότερα βάρη και περισσότερες επαναλήψεις μπορεί επίσης να μειώσει το μέσο όρο BP κατά περίπου 3 mmHg έως 6 mmHg (Leddy & Izoo., 2009). Από την άλλη, στην μελέτη του Dickinson και των συνεργατών του (2006) φαίνεται πως η αερόβια άσκηση μειώνει την αρτηριακή πίεση κατά 5/3 mmHg (Dickinson., et al 2006). Ακολούθως, στις ανασκοπήσεις των Fagard (2005) και Pescatello (2004) οι επιδράσεις της εντάσεως της άσκησης, σε άτομα με υπέρταση, επιδεινώνουν τον κίνδυνο της υγείας τους, σύμφωνα με τον πίνακα 3.2

Πίνακας 3.2

	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΚΙΝΔΥΝΟΥ	
Ένταση της άσκησης	Χαμηλός έως μέτριος	Υψηλός έως πολύ υψηλός
Χαμηλή (<40%) της μέγιστης	Όχι	Όχι
Μέτρια (40%-59%) της μέγιστης	Όχι	Ναι
Υψηλή (≥60%) της μέγιστης	Ναι	Ναι

(Fagard et al., 2005 ; Pescatello et al., 2004)

3.3 Είδος άσκησης

Ωστόσο και το είδος της άσκησης, διαδραματίζει σημαντικό παράγοντα επηρεασμού της νόσου αυτής, όσον αφορά τις αυξήσεις που παρατηρούνται στις τιμές της συστολικής και διαστολικής αρτηριακής πίεσης (Sharman et al., 2019 ; Sawada et al., 1993 ; Cornelissen & Fagard., 2005 ; Costa et al., 2018 ; Angadi et al., 2015 ; Ramos

et al., 2016 ; Cheema et al., 2015 ; Jung et al., 2015 ; Fu et al., 2013 ; Tjonna et al., 2008 ; Rognmo et al., 2004 ; Iellamo et al., 2014 ; Molsen & Hansen et al., 2012). Αρχικά, ο Sharman και άλλοι (2019), στην βιβλιογραφική τους ανασκόπηση, αναφέρουν πως η τακτική δυναμική αερόβια άσκηση αποτελεί προστατευτικό παράγοντα για την ανάπτυξη μελλοντικής υπέρτασης στους άνδρες (Sawada et al., 1993). Πιο συγκεκριμένα, στην πενταετή μελέτη του Sawada και άλλων που πραγματοποιήθηκε κατά την περίοδο 1983-1988 και δημοσιεύθηκε το 1993, εξετάσθηκε η ανάπτυξη υπέρτασης και η σχέση της με την VO_{2max} . Παρατηρήθηκε, πως τα άτομα με την χαμηλότερη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου είχαν 1,9 φορές παραπάνω κίνδυνο για ανάπτυξη υπέρτασης, σε σχέση με τα άτομα που είχαν την υψηλότερη VO_{2max} (Sawada et al., 1993). Οι ασκήσεις αντίστασης, μέτριας έντασης, δεν επηρεάζουν σημαντικά τις τιμές της υπέρτασης. Άρα και την καταπολέμηση της (Cornelissen & Fagard., 2005). Συγκεκριμένα, οι Cornelissen και Fagard (2005), εφάρμοσαν μια μελέτη, κατά την οποία ελέγχθηκε η επίδραση των ασκήσεων αντίστασης μέτριας έντασης στις τιμές της αρτηριακής πίεσης. Κατέληξαν στο ότι, μέσω των ασκήσεων αυτών, οι μειώσεις στις τιμές της συστολικής και διαστολικής πίεσης δεν ήταν σημαντικές, επομένως δεν αποτελούν αποτρεπτικό παράγοντα αντιμετώπισης ή αποτροπής της υπέρτασης (Cornelissen & Fagard., 2005). Τέλος, ο Costa και άλλοι (2018), αναφέρουν τυχαιοποιημένες μελέτες που δημοσιεύτηκαν, κατά τη διάρκεια των τελευταίων 20 χρόνων (από τον Ιανουάριο του 1996 έως τον Ιούνιο του 2016), οι οποίες ήταν συνολικά εννιά και ερευνούσαν το αν η προπόνηση διαστημάτων υψηλής έντασης (HIIT) προκαλεί σημαντικές μειώσεις στις τιμές της συστολικής και διαστολικής αρτηριακής πίεσης, που αποτελεί βασικό στοιχείο αποτροπής ή καταπολέμησης της υπέρτασης (Costa et al., 2018 ; Angadi et al., 2015 ; Ramos et al., 2016 ; Cheema et al., 2015 ; Jung et al., 2015 ; Fu et al., 2013 ; Tjonna et al., 2008 ; Rognmo et al., 2004 ; Iellamo et al., 2014 ; Molsen & Hansen et al., 2012). Το συμπέρασμα από όλες τις μελέτες ήταν ότι με την συγκεκριμένη προπόνηση, για συγκεκριμένο διάστημα, οι τιμές αυτές μειώνονται σημαντικά, κάτι το οποίο δηλώνει πως η HIIT, σαν είδος άσκησης, αποτελεί αποτρεπτικό παράγοντα για την νόσο αυτή (Costa et al., 2018 ; Angadi et al., 2015 ; Ramos et al., 2016 ; Cheema et al., 2015, Jung et al., 2015, Fu et al., 2013 ; Tjonna et al., 2008 ; Rognmo et al., 2004 ; Iellamo et al., 2014 ; Molsen & Hansen et al., 2012).

Σε συνέχεια των παραπάνω, σύμφωνα με τον Αμερικανικό καρδιολογικό σύλλογο διαχείρισης της υπέρτασης, παρατίθενται στον πίνακα 3.3 το είδος, η ένταση, η

διάρκεια και η συχνότητα της άσκησης που συνίστανται σε υπερτασικά άτομα, αθλητές ή μη, για την μείωση της BP.

Πίνακας 3.3

Τύπος άσκησης	Ένταση	Διάρκεια	Συχνότητα
Προθέρμανση	Μέθοδος Αξιολόγησης της Αντιληπτής Προσπάθειας (RPE) σε βαθμό 10 -12.	5 -10 λεπτά	Πριν και μετά από αερόβια άσκηση ή άσκηση αντίστασης
Αερόβια (αντοχής) - Περπάτημα - Ποδηλασία - Τζόκινγκ - Τρέξιμο	Μέτρια και ίση με το 40-59% της VO ₂ max ή 11 -13 RPE Ή Έντονη και ίση με το 60-84% της VO ₂ max ή 14-16 RPE.	30 λεπτά	5 φορές/εβδομάδα
		20 λεπτά	3 φορές/εβδομάδα
Αντίστασης (αντοχής) - Ασκήσεις βάρους χρησιμοποιώντας μεγάλους μύς - Αναρίχηση σκαλιών	8-12 επαναλήψεις που έχουν ως αποτέλεσμα σημαντική κόπωση.	1 σετ από 8-10 επαναλήψεις	Δύο ή περισσότερες μη διαδοχικές ημέρες / εβδομάδα
Ισομετρική προπόνηση αντοχής	2 λεπτά συνεχόμενων ασκήσεων για πόδια και χέρια.	4 σετ με 2-3 λεπτά ξεκούρασης ανάμεσά τους	Τρεις μη διαδοχικές ημέρες / εβδομάδα

(Whelton et al., 2018)

Συμπεραίνοντας, ο επιπολασμός της υπέρτασης στους αθλητές ποικίλλει, ανάλογα με τον τύπο και την ένταση της προπόνησης (Berge et al., 2015). Ωστόσο, μελλοντικές μελέτες θα πρέπει να προσδιορίσουν με μεγαλύτερη ακρίβεια τις συστάσεις πρόσληψης νατρίου, τον επιπολασμό, τους καθοριστικούς παράγοντες και την προγνωστική σημασία της υπέρτασης στους αθλητές (Berge et al., 2015).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΝΑΤΡΙΟΥ ΣΤΗΝ ΑΘΛΗΣΗ

Ο πρωτογενής ιδρώτας είναι σχεδόν ισοτονικός με το πλάσμα του αίματος (π.χ. περίπου 135-145 mmol/L Na⁺, περίπου 95-110 mmol/L Cl⁻ και περίπου 4-5 mmol/L K⁺) (Maughan & Shirreffs., 1998 ; Costill., 1977 ; Sato et al., 1990). Γενικά, ο ρυθμός εφίδρωσης μπορεί να κυμαίνεται σε λιγότερο από 0,5 έως πάνω από 2,5 L/h (Rehrer & Burke., 1996 ; Sawka., 1992 ; Sawka et al., 2007 ; Maughan & Noakes., 1991). Το έλλειμμα άλατος, που συνοδεύει την αφυδάτωση από άσκηση συχνά δεν αναγνωρίζεται, οδηγώντας σε ανεπαρκή συστάσεις αντικατάστασης αλατιού και ως εκ τούτου, στην αποτυχία επαρκούς αντικατάστασης των απωλειών αλατιού (Valentine et al., 2007). Υπάρχουν θεωρίες (Schwellnus et al., 2008 ; Knechtle et al., 2019), οι οποίες αναφέρουν την συσχέτιση σημαντικής απώλειας νατρίου με εμφάνιση υπονατριαιμίας και μυϊκές κράμπες κατά την διάρκεια της άσκησης. Θεωρίες, οι οποίες θα αναπτυχθούν περαιτέρω στην συνέχεια. Έτσι κύριος στόχος της πρόσληψης αλατιού κατά τη διάρκεια παρατεταμένης άσκησης είναι η διατήρηση των συγκεντρώσεων ηλεκτρολυτών στον ορό, διατηρώντας την ενδοαγγειακή ωσμωτική πίεση και τον όγκο του πλάσματος (Del Coso et al., 2015). Το αλάτι που προσλαμβάνεται κατά τη διάρκεια της άσκησης εισέρχεται στους ενδοαγγειακούς χώρους, οδηγώντας στη διατήρηση της παραγωγής αλδοστερόνης και βασοπρεσίνης (Rehrer, 2001). Αυξάνει το ερέθισμα της δίψας και μειώνει την ποσότητα των παραγόμενων ούρων (Shirreffs & Maughan, 1998 ; Clapp et al., 2000). Αυτές οι επιδράσεις που σχετίζονται με την κατάποση αλατιού ενισχύουν την ισορροπία των ηλεκτρολυτών και διεγείρουν τη διατήρηση του νερού του σώματος, μειώνοντας τελικά τη σωματική κόπωση και τα ιατρικά προβλήματα που σχετίζονται με αυτές τις ομοιοστατικές ανισορροπίες σε αθλήματα αντοχής (Sawka & Montain, 2000 ; Speedy et al., 2002 ; Valentine, 2007). Η διατήρηση της ισορροπίας των ηλεκτρολυτών στα εξωκυττάρια και ενδοκυττάρια υγρά μπορεί να βοηθήσει στη πραγματοποίηση κίνησης κατά τη διάρκεια των μυϊκών συσπάσεων (Coso et al., 2008), η οποία με τη σειρά της επηρεάζει τη διατήρηση της μυϊκής δύναμης. Συμπληρωματικά, αρκετές έρευνες έχουν αφιερωθεί στον προσδιορισμό των πλεονεκτημάτων της πρόσληψης αλατιού στην απόδοση αντοχής (Sanders et al., 2001 ; Speedy et al., 2002 ; Coso et al., 2008). Οι περισσότερες από αυτές αναφέρουν βελτιωμένη φυσική απόδοση, εξασθενημένη μείωση της συγκέντρωσης ορού νατρίου και διευρυμένος όγκος πλάσματος κατά τη διάρκεια δραστηριοτήτων αντοχής. Αυτά τα αποτελέσματα ήταν ακόμη μεγαλύτερα στις έρευνες που πραγματοποιήθηκαν σε

ζεστά περιβάλλοντα. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι εργαστηριακές έρευνες πάντοτε συνόδευαν τη συμπλήρωση αλατιού κατά τη διάρκεια της άσκησης με ένα υγρό σχήμα κατάποσης που ταιριάζει με τις απώλειες ιδρώτα, γεγονός που πιθανώς διευκόλυνε την εμφάνιση αυτών των οφελών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΜΥΙΚΕΣ ΚΡΑΜΠΕΣ

5.1 Επιπολασμός

Οι μυϊκές κράμπες που σχετίζονται με την άσκηση (EAMC), ορίζονται ως επώδυνες, σπασμωδικές και ακούσιες συσπάσεις των σκελετικών μυών κατά τη διάρκεια ή αμέσως μετά τη σωματική άσκηση (Miller et al., 2005 ; Layzer & Rowland., 1971 ; Schwellnus et al., 2008 ; Layzer et al., 1994 ; Navaro et al., 2020 ; Maughan & Shirreffs 2019). Συγκεκριμένα, συμβαίνουν σε πολυαρθρικές μυϊκές ομάδες όπως οι τετρακέφαλοι, οπίσθιοι μηριαίοι, τρικέφαλοι και διαρκούν από 1 έως 3 λεπτά (Dickhuth et al., 2002 ; Kantorowski et al., 1990 ; Schwellnus et al., 1997). Οι κράμπες των μυών είναι ιδιαίτερα συχνή κατάσταση σε αθλήματα αντοχής, όπως το τρίαθλο και ο μαραθώνιος ή ο υπέρ-μαραθώνιος σε απόσταση (Schwellnus et al., 2008 ; Cooper et al., 2006). Ο επιπολασμός της EAMC στα διάφορα αθλήματα ποικίλει όπως φαίνεται στον πίνακα 5.1

Πίνακας 5.1

Αθλήματα	Επιπολασμός EAMC	Βιβλιογραφία
Υπέρ-μαραθώνιος 166 km	14 %	Hoffman & Stuenkel., (2015)
Μαραθώνιος	18 %	Navarro et al., (2020)
Ironman τρίαθλο	23%	Kao et al., (2015) Schwellnus et al., (2011)
Υπέρ-μαραθώνιος 100 km	23%	Kao et al., (2015)

		Schwellnus et al., (2011)
Υπέρ-μαραθώνιος 56 km	41%	Schwellnus et al., (2011)
Τριαθλητές	67 %	Kantorowski et al., (1990)
Μαραθωνοδρόμους	30-50 %	Schwellnus et al., (2008)
Ποδηλάτες	60 %	Schwellnus et al., (2008)
Μαραθωνοδρόμοι - Ποδηλάτες αντοχής	18-70 %	Maughan ., (1986) Miles et al., (1994) Manjra et al., (1996)
Αμερικανικό ποδόσφαιρο	30-53 %	Greenwood et al., (2003) Maddali et al.,(1998)
Ράγκμπι	52%	Schwellnus et al., (2008)

5.2 Αίτια

Αιτίες που προκαλούν EAMC, θεωρούνται συχνά η αφυδάτωση και η εξάντληση των ηλεκτρολυτών (Talbot., 1935 ; Eichner., 1999 ; Bergeron., 2003 ; Schwellnus et al., 2008 ; Miller et al., 2010 ; Schwellnus., 2009 ; Edouard., 2014 ; Armstrong et al., 2007 ; Eichner., 2007 ; Bergeron., 2007 ; Eichner., 2008). Οι περισσότεροι δρομείς πιστεύουν ότι η πρόσληψη νατρίου κατά τη διάρκεια της άσκησης αντοχής αποτρέπει την εμφάνιση μυϊκών κραμπών (McCubbin et al., 2019). Τα βασικά στοιχεία των αιτιών στην βιβλιογραφία του Schwellnus και των συνεργατών του (2008), είναι ότι η εξάντληση ηλεκτρολυτών μέσω της υπερβολικής απώλειας νατρίου στον ιδρώτα μαζί με την αφυδάτωση προκαλούν αυτήν την πάθηση. Πιο συγκεκριμένα, το διαμέρισμα

του εξωκυττάριου υγρού συστέλλεται όλο και περισσότερο λόγω της εφίδρωσης, οδηγώντας σε απώλεια διάμεσου όγκου (Liu et al., 1983 ; Levin., 1993 ; O'Toole et al., 1995). Το αποτέλεσμα αφορά μια μηχανική παραμόρφωση των νευρικών απολήξεων, των περιβαλλουσών ιοντικών και νευροδιαβιβαστών που οδηγεί σε υπερδιέγερση των κινητικών νEURων, τερματικές απολήξεις και αυθόρμητη εκφόρτιση (Ruff., 1996 ; Bergeron., 2008 ; Schwabe et al., 2014 ; Miller et al., 2010 ; Schwellnus., 2009 ; Edouard., 2014). Οι αιτίες αυτές, δεν προσφέρουν αληθοφανείς παθοφυσιολογικούς μηχανισμούς, με υποστηρικτικά επιστημονικά στοιχεία που θα μπορούσαν να εξηγήσουν επαρκώς την κλινική εικόνα και τη διαχείριση της EAMC. Επομένως στην παρούσα μελέτη του Schwellnus , όπως και σε υπόλοιπες (Schwellnus., 2009 ; Braulick et al., 2013 ; Giuriato et al., 2018 ; Murray et al., 2016) δεν υπάρχουν στοιχεία που να υποστηρίζουν τις υποθέσεις, ότι η εξάντληση των ηλεκτρολυτών ή η αφυδάτωση προκαλούν την EAMC.

Επίσης, υπήρξε συσχέτιση μεταξύ της EAMC και των ελλειμμάτων ηλεκτρολυτών, όμως με ορισμένους μεθοδολογικούς περιορισμούς (Bergeron., 1996 ; Bergeron., 2003 ; Horswill et al., 2009 ; Stofan et al., 2005). Συγκεκριμένα, κατά τη διάρκεια των ημερών της εξέτασης, κανένας από τους συμμετέχοντες στις μελέτες δεν είχε EAMC, παρά το γεγονός ότι είχαν απώλειες ηλεκτρολυτών είτε στον ορό είτε στον ιδρώτα. Τα μεγέθη των δειγμάτων ήταν μικρά σε καθεμία από αυτές τις έρευνες, περιορίζοντας την ισχύ και την εξωτερική εγκυρότητα. Τέλος, σε πολλές από αυτές τις μελέτες δεν έγιναν προσαρμογές για γνωστές συσχετίσεις της EAMC, όπως το επίπεδο φυσικής κατάστασης των συμμετεχόντων, την ένταση της άσκησης, την κόπωση, προηγούμενο τραυματισμό και ο εγκλιματισμό.

Εν συνεχεία, στην βιβλιογραφία του Shang και των συνεργατών του (2011), παρουσιάζεται μια case – control μελέτη, στην οποία συμμετείχαν 433 άτομα (216 με ιστορικό EAMC και 217 χωρίς ιστορικό). Από τους τριαθλητές, το 76% (155 από 202) ανέφεραν EAMC κατά τη διάρκεια ή αμέσως μετά την άσκηση κατά τη διάρκεια των 12 μηνών πριν από το τρίαθλο. Υπάρχουν ενδείξεις ότι ένα ιστορικό EAMC σχετίζεται με την άσκηση σε υψηλότερη ένταση κατά τη διάρκεια ενός αγώνα, που μπορεί να οδηγήσει σε πρόωρη μυϊκή κόπωση, ένα θετικό οικογενειακό ιστορικό και ένα ιστορικό τενόντων ή και τραυματισμό συνδέσμων (Schwellnus et al., 2011a ; Schwellnus et al., 2011b). Δεν φάνηκε συσχέτιση με την αφυδάτωση και την εξάντληση

νατρίου. Ωστόσο, το συμπέρασμα του συγγραφέα ήταν ότι χρειάζονται περισσότερες μελέτες για να αποδειχθούν οι αιτίες πρόκλησης της EAMC.

Στην μελέτη του Navaro και των συνεργατών του (2020), παρουσιάζεται έρευνα που διεξήχθη στο μαραθώνιο Valencia Trinidad Alfonso EDP 2016. Επιλέχθηκαν συνολικά 98 δρομείς (83 άνδρες και 15 γυναίκες) ηλικίας μεταξύ 30 και 45 ετών. Όλα τα άτομα που συμμετείχαν ήταν πλήρως ενημερωμένα και έδωσαν τη γραπτή συγκατάθεσή τους για τη συμμετοχή τους. Κατά τη διάρκεια των αξιολογήσεων πριν από τον αγώνα, όλοι οι δρομείς ενημερώθηκαν για τα συμπτώματα και τα σημάδια των μυϊκών κραμπών που σχετίζονται με την άσκηση. Μετά την ολοκλήρωση του αγώνα, ένας έμπειρος αθλητικός ιατρός ρώτησε τους τερματίζοντες αν υπέστησαν EAMC. Οι δρομείς που υπέστησαν, δεν παρουσίασαν μεγαλύτερο βαθμό αφυδάτωσης και εξάντλησης ηλεκτρολυτών μετά τον μαραθώνιο, αλλά εμφάνισαν σημαντικά υψηλότερες συγκεντρώσεις βιοδεικτών μυϊκής βλάβης κατά τη διάρκεια ή αμέσως μετά τον αγώνα. Επομένως, η EAMC δεν φαίνεται να σχετίζεται με αφυδάτωση ή εξάντληση ηλεκτρολυτών. Επιπροσθέτως, μελέτες που αναφέρονται στην ανασκόπηση των Maughan & Shirreffs (2019), έχουν αξιολογήσει τις αλλαγές στην κατάσταση ενυδάτωσης και της συγκέντρωσης των ηλεκτρολυτών στο πλάσμα, σε αθλητές που έχουν βιώσει μυϊκές κράμπες. Αυτές, περιελάμβαναν δρομείς μαραθωνίου (Maughan., 1986), συμμετέχοντες σε αγώνα δρόμου 56 χιλιομέτρων (Schwellnus et al., 2004), ανταγωνιστές σε τριάθλο Ironman (Sulzer et al., 2005) και συμμετέχοντες σε υπερμαραθώνιο 161 χλμ (Hoffman et al., 2015). Κανένα από αυτά δεν έδειξε συσχέτιση μεταξύ αλλαγών ηλεκτρολυτών και κράμπας. Επιπλέον, αρκετές μεγάλες προοπτικές έρευνες κοόρτης (Nelson & Churilla., 2016 ; Schwellnus & Collins., 2011 ; Kao et al., 2015 ; Jung., 2006 ; Summers et al., 2014) δεν έδειξαν συσχέτιση μεταξύ της κατάστασης ενυδάτωσης, των συγκεντρώσεων ηλεκτρολυτών και της EAMC σε αθλητές αντοχής.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. ΥΠΟΝΑΤΡΙΑΙΜΙΑ

6.1 Ορισμός και επιπολασμός

Η υπονατρίαίμια που σχετίζεται με την άσκηση (Exercise-Associated Hyponatremia), εμφανίζεται όταν η συγκέντρωση νατρίου στο πλάσμα είναι $<135 \text{ mmol / L}$ ή μείωση του νατρίου ορού κατά 7%-10% (Urso et al., 2014 ; Hew-Butler et al., 2008 ; Hew-

Butler et al., 2015; Hew-Butler., 2019 ; Bennett et al., 2020 ; McGreal et al., 2016). Αυτό μπορεί να συμβεί κατά τη διάρκεια ή μετά από παρατεταμένη σωματική άσκηση για 4 έως 6 ώρες ή περισσότερο (Hew-Butler et al., 2005) και μπορεί να ανιχνευθεί έως και 24 ώρες μετά το τέλος της άσκησης (Hew-Butler et al., 2015; Stuempfle., 2010 ; Hew-Butler et al., 2007; Hew-Butler., 2019 ; Bennett et al., 2020). Ο Tim Noakes ήταν ο πρώτος που ανέφερε σοβαρή συμπτωματική υπονατριαιμία στον μαραθώνιο Comrades που διεξήχθη στο Durban της Νότιας Αφρικής στα μέσα της δεκαετίας του 1980 (Noakes et al., 1985). Η EAH είναι μια διαταραχή που έχει περιγραφεί ευρέως σε μαραθωνοδρόμους (Rüst., 2012) αλλά και σε αθλητές, σε άλλους αγώνες αντοχής και υπέρ-αντοχής, όπως ποδηλατικοί αγώνες 24 ωρών ή ≥ 150 km (Chlíbková et al., 2016; Armstrong et al., 2017; Knechtle et al., 2011), αγώνες ποδηλασίας 24 ωρών ή ≥ 100 km (Chlíbková et al., 2016; Hoffman et al., 2013), τριάθλα Ironman (Danz et al., 2016 ; Rüst., 2012) ή αγώνες κολύμβησης ανοικτής θαλάσσης (Knechtle et al., 2011). Η άσκηση μεγάλης διάρκειας αυξάνει τον επιπολασμό της EAH (Urso et al., 2014 ; Rogers et al., 2011 ; Urso et al., 2012). Τα αποτελέσματα είναι διαφορετικά για διαδρομές που είναι μεγαλύτερες από μια κλασική απόσταση μαραθωνίου όπως φαίνεται στον πίνακα 6.1. Κατά τη διάρκεια ενός υπέρ-μαραθωνίου, αναμένεται απώλεια βάρους λόγω απώλειας υγρών (Sharwood et al., 2002) και αφυδάτωση (Pereira et al., 2017), ενώ σε δρομείς μαραθωνίου φάνηκε το 35,6% να αφυδατώθηκε (Hoffman et al., 2013). Όταν ένας υπέρ-μαραθώνιος αποτελείται από πολλαπλά στάδια, η αφυδάτωση από στάδιο σε στάδιο αυξάνεται ακόμη περισσότερο (Krabak et al., 2017). Οι αθλητές υπέρ-αντοχής που αγωνίζονται σε δοκιμασίες που ξεπερνούν τις 24 ώρες, όπως οι συμμετέχοντες στους Ultraman, Titan Desert ή Sables Marathon, διατρέχουν υψηλότερο κίνδυνο ανάπτυξης EAH σε σύγκριση με τους συμμετέχοντες σε μικρότερες δοκιμασίες αντοχής, όπως θα μπορούσε να είναι ο μαραθώνιος (Rüst., 2012 ; Sharwood et al., 2004 ; Speedy et al., 1997). Αυτό επιβεβαιώνεται από τα αποτελέσματα των ποσοστών επίπτωσης 6-18 % για το Ironman (Danz et al., 2016 ; Rüst., 2012) , 6-11,5 % σε αγώνες ορεινής ποδηλασίας (Chlíbková et al., 2016 ; Knechtle et al., 2011) και 15-30 % σε αγώνες τρεξίματος υπέρ-αντοχής (Hoffman et al., 2012 ; Bruso et al., 2010). Επομένως και η διάρκεια του αγώνα αποτελεί παράγοντα κινδύνου για την ανάπτυξη EAH σε αθλητικές δοκιμασίες αντοχής και υπέρ-αντοχής.

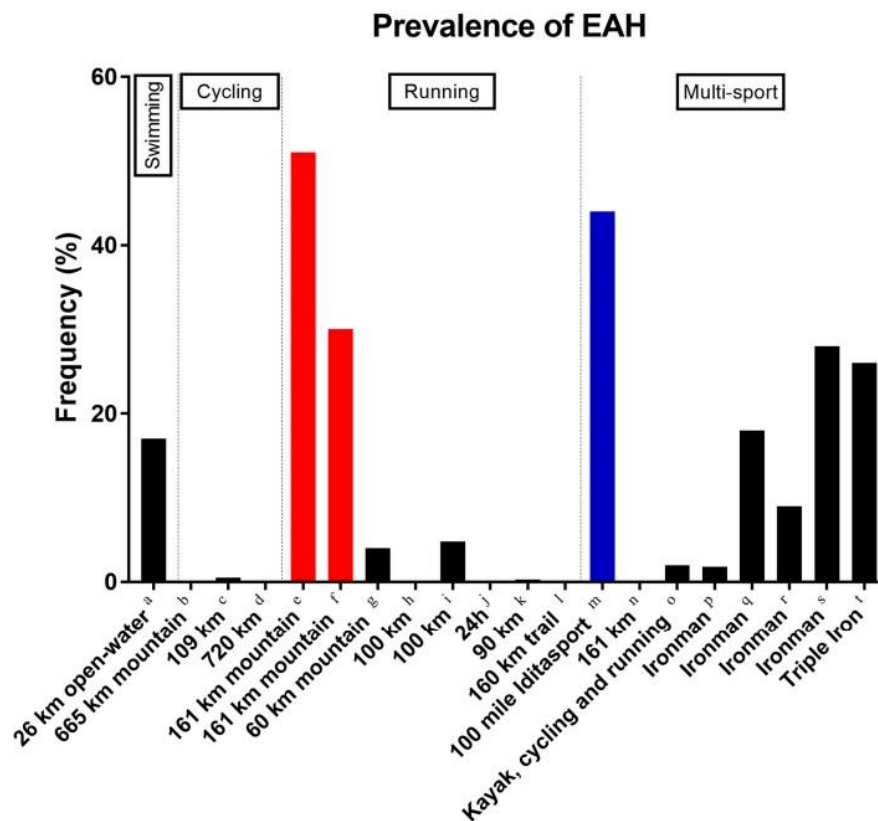
Πίνακας 6.1 Επιπολασμός της υπονατρίαμίας στους μαραθώνιους, υπερ-μαραθώνιους , στην ποδηλασία και στο τρίαθλο.

Αθλήματα	Δοκιμασία	Επιπολασμός ΕΑΗ	Βιβλιογραφία
Μαραθώνιος	Marathon	15%	Hsieh, M. et al (2002)
	Houston Marathon 2000	<5%	Hew Butler, T.D et al (2003)
	Boston Marathon	5%	Almond, C.S. et al (2005)
	Houston Marathon 2000 – 2004	>20%	Chorley, J. et al (2007)
	Zurich Marathon	<5%	Mettler, S. et al (2008)
	Boston Marathon 2001 – 2018	<5%	Siegel, A.J et al (2009)
	London Marathon	Έως και 22%	Kipps et al (2011)
Υπέρ-Μαραθώνιος	Ultra- marathon in Asia	38%	Lee et al (2011)
	161 km in North America	30%–51%	Hoffman et al (2013) Stuempfle et al (2002) Lebus et al (2010)
Ποδηλασία	109 km	12%	Hew-Butler, T. et al (2010)
	210 km – 250 km	4,5 % (4 στα 90 άτομα)	Harris, G. et al (2012)

Τρίαθλο	Iroman-Triathlon (Κολύμβηση 3,8 km, ποδηλασία 180 km και 42,2 km τρέξιμο)	20%	Speedy, D.B.et al (1997)
	Iroman- Triathlon	1.8%–28%	Speedy et al (1999) Wharam et al (2006)
	Τρίαθλο 3 φορές μεγαλύτερο από το Iroman (11,4 km. κολύμβηση, 540 km. ποδηλασία και 126,6 km. Τρέξιμο)	26%	Rüst, C.A.et al (2012)

Το παρακάτω σχεδιάγραμμα βρίσκεται στην βιβλιογραφική ανασκόπηση του Nikolaidis και άλλων (2018) και απεικονίζει τον επιπολασμό της υπονατριαιμίας (EAH), που σχετίζεται με την άσκηση, σε αθλητές υπεραντοχής που αγωνίζονται στους κλάδους κολύμβησης, ποδηλασίας, τρεξίματος και άλλων αθλημάτων, έπειτα από συλλογή μελετών. Το κόκκινο και το μπλε υποδηλώνουν το ζεστό και το κρύο περιβάλλον, αντίστοιχα (Nikolaidis et al., 2018 ; Wagner et al., 2012 ; Rüst., 2012 ; Schenk et al., 2008 ; Dugas & Noakes., 2005 ; Lebus et al., 2010 ; Hoffman et al., 2012 ; Page et al., 2007 ; Knechtle et al., 2011 ; Bürge et al., 2011 ; Knechtle et al., 2010 ; Noakes et al., 1985 ; Glace et al., 2002 ; Stuenkel et al., 2002 ; Stuenkel et al., 2003 ; Speedy et al., 1997 ; Wharam et al., 2006 ; Speedy et al., 1999 ; Speedy et al., 1997 ; Speedy et al., 2001 ; Rüst et al., 2012).

Σχήμα 6.1



6.2 Παθογένεια

Στην βιβλιογραφία του Speedy και των συνεργατών του (2001) αναφέρονται δύο θεωρίες για την εμφάνιση της EAH. Η πρώτη θεωρία ανέφερε ότι η υπονατρίαμια προκαλείται από μεγάλες απώλειες νερού και νατρίου στον ιδρώτα κατά τη διάρκεια παρατεταμένης άσκησης (Hiller., 1989), ενώ η δεύτερη ανέφερε ότι οι αθλητές με υπονατρίαμια είναι υπέρ-ενυδατωμένοι χωρίς ουσιαστικό έλλειμμα νατρίου (Noakes et al., 1985). Με το πέρασμα του χρόνου, προτάθηκαν τρεις διαφορετικοί μηχανισμοί που μπορούσαν να οδηγήσουν σε EAH (Noakes et al., 2005 ; Vitale & Getzin., 2019 ; Knechtle et al., 2019). Αυτά είναι η υπερβολική κατανάλωση υγρών κατά τη διάρκεια της άσκησης, η αυξημένη απώλεια νατρίου στον ιδρώτα και απώλεια φυσιολογικής καταστολής της ADH, που ονομάζεται σύνδρομο απρόσφορης έκκρισης ADH (SIADH) (Schwartz et al., 1957). Σε πιο καινούργια μελέτη, αυτή του Buck και των συνεργατών του (2021), η EAH οφείλεται τόσο στην αυξημένη κατανάλωση υποτονικών υγρών όσο (Rosner., 2008) και στην ακατάλληλη κατακράτηση νερού (Twerenbold et al., 2003 ; Irving et al., 1991). Η αυξημένη ADH, οδηγεί σε διέγερση των νεφρικών υποδοχέων προκαλώντας επαναρρόφηση νερού αντί για απέκκριση. Το

κατακρατούμενο ελεύθερο νερό επιστρέφει στο εξωκυττάριο υγρό με αποτέλεσμα την καθαρή μείωση της συγκέντρωσης νατρίου στον ορό (Bennett et al., 2020). Η συμβολή της απώλειας νατρίου από τον υπερβολικό ιδρώτα είναι αμφιλεγόμενη καθώς η απώλεια ιδρώτα ποικίλλει πολύ μεταξύ των μεμονωμένων αθλητών αλλά συνήθως κυμαίνεται μεταξύ 15 και 65 mEq/L και ο όγκος του ιδρώτα κυμαίνεται από 250 mL/h έως > 2 L/h (Buono et al., 2007 ; Shirreffs et al., 2005 ; Urso et al., 2014 ; Bennett et al., 2020). Η υπερβολική απώλεια νατρίου ως πιθανός μηχανισμός της EAH, έχει αποτελέσει πεδίο διαμάχης. Μελέτες έχουν δείξει ότι οι αθλητές υπέρ-αντοχής έχουν μεταβλητή περιεκτικότητα νατρίου στον ιδρώτα (Krabak et al., 2016). Οι αθλητές που έχουν άνω του μέσου όρου νάτριο στον ιδρώτα τους θεωρητικά διατρέχουν αυξημένο κίνδυνο να αναπτύξουν EAH (Montain et al., 2006). Από μόνο του, ωστόσο, το νάτριο που χάνεται από τον ιδρώτα δεν θεωρείται ότι ευθύνεται για την ανάπτυξη της EAH, αλλά περισσότερο για μια προσθετική επίδραση μαζί με την υπέρ-υδάτωση (Krabak et al., 2016 ; Maughan & Shirreffs., 2010). Δεδομένα που υποδηλώνουν την απώλεια νατρίου ως πρωταρχικό μηχανισμό έχουν παρατηρηθεί σε μελέτες με παρατεταμένες περιόδους άσκησης και σε θερμότερο κλίμα (Hew-Butler et al., 2015). Συνοπτικά, οι αθλητές που παράγουν νάτριο στον ιδρώτα πάνω από το μέσο όρο συγκέντρωσης είναι σε θέση να ανεχθούν λιγότερη κατανάλωση υγρών πριν αναπτύξουν υπονατριαιμία από εκείνους με μέση περιεκτικότητα νατρίου στον ιδρώτα (Montain et al., 2006).

Έτσι λοιπόν, υπάρχουν αρκετοί παράγοντες κινδύνου (όπως η υψηλή θερμοκρασία περιβάλλοντος και ο μεγαλύτερος χρόνος άσκησης που συνήθως υπερβαίνει τις 2 ώρες) (Bridges et al., 2020). Ωστόσο οι παραπάνω μηχανισμοί αποτελούν τους κύριους παράγοντες επίτευξης της υπονατριαιμίας. Πριν και κατά τη διάρκεια της έντονης σωματικής δραστηριότητας, οι αθλητές συχνά υπερ-ενυδατώνονται με υποτονικά υγρά (νερό, αθλητικά ποτά). Όταν η πρόσληψη υπερβαίνει την απώλεια νερού μέσω των ούρων, του ιδρώτα, οι αθλητές μπορεί να κατακρατούν νερό, με αποτέλεσμα την αραιωτική υπονατριαιμία (Buck et al., 2021). Μπορεί κανείς να αναμένει ότι οι απώλειες υποτονικού υγρού από τον ιδρώτα θα προκαλούσαν αύξηση του νατρίου στον ορό, όμως η ανάπτυξη υπονατριαιμίας έχει αποδοθεί στην υποτονική αντικατάσταση υγρού που υπερβαίνει κατά πολύ την απώλεια υγρών μέσω του ιδρώτα (Urso et al., 2014).

6.3 Συμπτώματα

Τα συμπτώματα κατηγοριοποιούνται σε ασυμπτωματικά, ήπια έως σοβαρά (Buck et al., 2021). Τα ήπια συμπτώματα περιλαμβάνουν ζάλη, κακουχία, κόπωση, ευερεθιστότητα, γενικευμένη αδυναμία, πονοκέφαλο, ναυτία και βραδεία παραγωγή ούρων (Buck et al., 2021) . Τα σοβαρά συμπτώματα περιλαμβάνουν έμετο, oligουρία ή καθόλου ουρία, μεταβολή της διανοητικής κατάστασης, κατάρρευση, επιληπτική κρίση, κώμα και θάνατο κατά τη διάρκεια του αθλητισμού ή αμέσως μετά (Bennett et al., 2019 ; Oh et al., 2018). Στα αρχικά στάδια γενικότερα, παρατηρείται αδιαθεσία, ήπιος πονοκέφαλος, έμετος και κόπωση (Urso et al., 2014 ; Hew-Butler et al., 2005 ; Speedy et al., 1999). Η κλινική εμφάνιση της υπονατριαιμίας μπορεί να μοιάζει με θερμοπληξία, υπογλυκαιμία, κατάρρευση που σχετίζεται με το στρες, μυϊκές κράμπες (Holtzhausen & Noakes., 1997 ; Hew-Butler et al., 2015 ; Baylis et al., 1981 ; Takamata et al., 1995). Σε ορισμένες περιπτώσεις, ο έμετος είναι το μόνο κλινικό σημάδι που διακρίνει την υπονατριαιμία από την κατάρρευση που προκαλείται από την άσκηση (Hew-Butler et al., 2003). Η παρουσία νοητικών διαταραχών, κώμα, επιληπτικών κρίσεων ή αναπνευστικής δυσφορίας υποδηλώνει υπονατριαιμική εγκεφαλοπάθεια που σχετίζεται με την άσκηση και πρέπει να αναγνωριστεί άμεσα (Spano et al., 2014), καθώς έχει επιβεβαιωθεί ως αιτία τουλάχιστον δεκατεσσάρων θανάτων (Hew-Butler et al., 2015). Στην ανασκόπηση του Knechtle (2019), αναφέρονται δύο περιστατικά θανάτου. Το πρώτο αφορούσε άνδρα 22 ετών εκπαιδευτή γυμναστικής, τερμάτισε τον Μαραθώνιο του Λονδίνου το 2007, όπου κατά την άφιξή του κατέρρευσε και πέθανε λόγω ΕΑΗ. Στο δεύτερο ένας 30χρονος τριαθλητής πέθανε μετά τον αγώνα Ironman Frankfurt λόγω ΕΑΗ το 2015, με υπονατριαιμική εγκεφαλοπάθεια.

6.4 Πρόληψη και αντιμετώπιση

Η ΕΑΗ μπορεί να προληφθεί με την αποφυγή της υπέρ-υδάτωσης, τη διασφάλιση επαρκούς πρόσληψης νατρίου από το στόμα και την εκπαίδευση των αθλητών, την έμφαση στον ρυθμό εφίδρωσης και στην περιεκτικότητα νατρίου στον ιδρώτα, στην ένταση της άσκησης και στις περιβαλλοντικές συνθήκες (Buck et al., 2021 ; Vitale & Getzin., 2019). Μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν εκτιμήσεις των ατομικών αναγκών αντικατάστασης του αθλητή με την παρακολούθηση των μεταβολών του βάρους κατά τη διάρκεια των προπονητικών δραστηριοτήτων, αν και αυτό μπορεί να

μην είναι πρακτικό. Η εξαναγκασμένη ενυδάτωση, ιδιαίτερα σε μεγάλες ποσότητες, θα πρέπει να αποθαρρύνεται (Oh et al., 2018 ; Rosner., 2015).

Πριν από τη θεραπεία είναι πολύ σημαντικό, να διαφοροποιείται η ΕΑΗ από άλλες ασθένειες που σχετίζονται με την άσκηση, όπως η θερμική εξάντληση, η θερμοπληξία και η κατάρρευση κατά την άσκηση που σχετίζεται με δρεπανοκυτταρική αναιμία, καθώς οι θεραπείες τους είναι συχνά αντιφατικές (Buck et al., 2021). Η θεραπεία υπαγορεύεται από την παρουσία ή την απουσία νευρολογικών συμπτωμάτων (Buck et al., 2021). Στόχος της θεραπείας είναι η διόρθωση του νατρίου ορού και η βελτίωση των συμπτωμάτων. Η διαφοροποίηση της ΕΑΗ από τη θερμική νόσο κατά την άσκηση και την αφυδάτωση είναι κρίσιμη, καθώς η χορήγηση ισοτονικών υγρών που θα χορηγούνταν για την εμπειρική θεραπεία είτε της θερμικής νόσου είτε της αφυδάτωσης θα μπορούσε να είναι απειλητική για τη ζωή, εάν η πραγματική διάγνωση είναι η ΕΑΗ (Bennett et al., 2020 ; Oh et al., 2018 ; Rosner., 2015).

Εάν ένας ασθενής δεν παρουσιάζει νευρολογικά συμπτώματα, η ΕΑΗ θεωρείται ήπια και απαιτείται περιορισμός υγρών από το στόμα. Τα ενδοφλέβια ισοτονικά υγρά οποιουδήποτε τύπου ή όγκου δεν συνιστώνται σε ήπια ΕΑΗ. Οι ασθενείς περιορίζουν τη συνολική πρόσληψη υγρών για να προκαλέσουν την καταστολή της οσμωτικής ADH και, ως εκ τούτου, την απέκκριση ελεύθερου νερού (Spasovski et al., 2014 ; Verbalis et al., 2007 ; Schrier., 2010 ; Bennett et al., 2020 ; Oh et al., 2018). Στους ασθενείς μπορεί επίσης να χορηγηθεί συμπυκνωμένη από του στόματος αναπλήρωση νατρίου, όπως υπερτονικό αλατούχο διάλυμα από το στόμα μέχρι την ανοχή (Siegel et al., 2009) ή με υπερτονικό αλατούχο διάλυμα ενδοφλέβια (Hew-Butler et al., 2015), αν και αυτό μπορεί να είναι ελάχιστα ανεκτό λόγω γεύσης ή ναυτίας και εμέτου. Στις μελέτες των Siegel (2009), Bridges (2018) το από του στόματος HTS (υπερτονικός φυσιολογικός ορός) μειώνει τη συμπτωματολογία από την ΕΑΗ γρηγορότερα από ένα IV bolus (ενδοφλέβια χορήγηση). Δυστυχώς, τα από του στόματος χορηγούμενα υπερτονικά υγρά μπορεί να μην είναι εύγευστα (Hew-Butler et al., 2007) γεγονός που περιορίζει τη χρησιμότητα της θεραπείας τους. Τα προτεινόμενα σχήματα περιλαμβάνουν 100 ml υπερτονικού φυσιολογικού ορού, 3 ή 4 κύβους ζωμού σε 125 ml νερού ή μια μερίδα αλατισμένα κουλούρια (Bennett et al., 2020 ; Owen et al., 2014 ; Siegel et al., 2009 ; Rogers et al., 2011). Μια μελέτη έδειξε ταχύτερο χρόνο ανάρρωσης και μικρότερη διάρκεια παραμονής στο νοσοκομείο για τους αθλητές που λαμβάνουν θεραπεία από το στόμα (Bridges et al., 2020).

Οποιοσδήποτε αθλητής με ΕΑΗ που εμφανίζει συμπτώματα εγκεφαλοπάθειας θα πρέπει να αντιμετωπίζεται άμεσα με ενδοφλέβια έγχυση IV bolus ή έγχυση HTS για την οξεία μείωση του οιδήματος στον εγκέφαλο, μέχρι να υπάρξει κλινική βελτίωση (Rogers et al., 2015 ; Hoffman et al., 2015 ; Elsaesser et al., 2013 ; Hew-Butler et al., 2015). Για αυτήν την μείωση του οιδήματος, οι κατευθυντήριες γραμμές των ΗΠΑ συνιστούν μια αρχική αύξηση του νατρίου του ορού κατά 4-6 mmol/L σε διάστημα 4 ωρών, χρησιμοποιώντας ενδοφλέβια bolus υπερτονικού (3%) χλωριούχου νατρίου (Verbalis et al., 2013). Η ΕΑΗ θεωρείται σοβαρή εάν ο ασθενής παρουσιάζει νευρολογικά συμπτώματα (μεταβολή της νοητικής κατάστασης, επιληπτική κρίση, κώμα). Ο ασθενής θα πρέπει να λάβει bolus 100 ml ενδοφλέβιου υπερτονικού φυσιολογικού ορού (3% χλωριούχο νάτριο) (Bennett et al., 2020 ; Oh et al., 2018 ; Ayus et al., 2000 ; Elsaesser et al., 2013 ; Draper et al., 2009 ; Rogers et al., 2015 ; Siegel et al., 2007 ; Hoffman et al., 2015 ; Reynolds et al., 2012 ; Davis et al., 2001 ; Dineen et al., 2017). Αυτό μπορεί να επαναλαμβάνεται κάθε 10 λεπτά για συνολικά 3 δόσεις (Krabak et al., 2014 ; Hoffman et al., 2014 ; Hew-Butler et al., 2015). Έως και 600-1000 ml υπερτονικού φυσιολογικού ορού σε διάστημα 1 ώρας έχουν χορηγηθεί χωρίς επιπλοκές σε μελέτες περιπτώσεων, αν και μεγαλύτεροι όγκοι αναπλήρωσης νατρίου αυξάνουν τον κίνδυνο για ταχεία διόρθωση του νατρίου (Bennett et al., 2020 ; Pomeranz et al., 2019).

Γνωρίζοντας λοιπόν, ότι η κύρια αιτία της ΕΑΗ είναι η συνήθεια της υπερβολικής κατανάλωσης υγρών κατά τη διάρκεια ενός αγώνα σε συνδυασμό με την ανεπαρκή πρόσληψη νατρίου (Stuempfle et al., 2002), είναι αξιοσημείωτο να γίνει πλήρης περιγραφή τόσο για την για την ενυδάτωση και τις λανθασμένες πρακτικές πρόσληψης υγρών, όσο και για τις ποσότητες υγρών και νατρίου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7. ΕΝΥΔΑΤΩΣΗ

Γενικά, οι ανάγκες των αθλητών σε νερό τείνουν να διαφέρουν ανάλογα με τα ατομικά χαρακτηριστικά και τον τύπο ή την ένταση της άσκησης στην οποία συμμετέχουν, με αποτέλεσμα να είναι απαραίτητες οι εξατομικευμένες στρατηγικές αντικατάστασης υγρών (Sanz et al., 2020 ; Chorley et al., 2007 ; Winger et al., 2013). Αυτό θα πρέπει να έχει ως αποτέλεσμα αφενός την πρόληψη δυσμενών αποτελεσμάτων και τη βελτίωση της απόδοσης των αθλητών (Domínguez et al., 2017) και αφετέρου την διατήρηση σωστής ενυδάτωσης κατά τη διάρκεια της άσκησης (Zoorob et al., 2013).

Οι αθλητές που συμμετέχουν σε αγώνες αντοχής και υπέρ-αντοχής θα πρέπει να έχουν υπόψη τους ότι τόσο ο προηγούμενος εγκλιματισμός στις καιρικές συνθήκες του αγώνα, όσο και η επαρκής ισορροπία υγρών - ηλεκτρολυτών μειώνουν τον κίνδυνο εμφάνισης DH και συνεπώς τον κίνδυνο εμφάνισης EAH (Jeukendrup et al., 2011 ; Convertino et al., 1996). Η βέλτιστη ενυδάτωση εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, αλλά μπορεί γενικά να οριστεί ως η αποφυγή απωλειών μεγαλύτερων από 2-3% της σωματικής μάζας κατά τη διάρκεια της άσκησης (Sawka et al., 2007 ; Armstrong et al., 2007 ; Kreider et al., 2010 ; McDermott et al., 2017 ; Rodriguez et al., 2009 ; Thomas et al., 2016), ενώ παράλληλα αποφεύγεται η υπέρ-ενυδάτωση (McDermott et al., 2017). Η άποψη για την αποφυγή απωλειών μεγαλύτερων από 2-3% της σωματικής μάζας έχει επικριθεί πολλές φορές, καθώς μπορεί να είναι ακατάλληλη για αθλητές που ξεκινούν τον αγώνα σε σοβαρή κατάσταση αφυδάτωσης (Magee et al., 2017). Η μη κατάλληλη διαχείριση της πρόσληψης υγρών που οδηγεί σε υπο- ή υπερ-ενυδάτωση, μπορεί να είναι επιζήμια για την απόδοση και σε ορισμένες περιπτώσεις αυξάνει τον κίνδυνο για την υγεία.

7.1 Απώλεια σωματικών υγρών

Η απώλεια σωματικών υγρών κατά τη διάρκεια του αθλητισμού ή της άσκησης οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στην εφίδρωση (Baker & Jeukendrup., 2014). Είναι κυρίως συνάρτηση της παραγωγής θερμότητας από το μεταβολισμό, αλλά μπορεί να τροποποιηθεί από το περιβάλλον, τον ρουχισμό, τον εγκλιματισμό, την κατάσταση ενυδάτωσης, το μέγεθος και τη σύσταση του σώματος του αθλητή και το βαθμό προπονητικής κατάστασης (Kenefick & Cheuvront., 2016 ; Parsons., 2014 ; Sawka et al., 2015 ; Gonzalez et al., 2009 ; Jay & Webb., 2009 ; Gonzalez et al., 2012 ; Gonzalez et al., 2013). Η εξάτμιση του ιδρώτα, ως ο κύριος μηχανισμός απαγωγής της θερμότητας σε πολλά περιβάλλοντα, είναι ζωτικής σημασίας για τη ρύθμιση της θερμοκρασίας του σώματος, ακόμη και κατά τη διάρκεια της άσκησης σε εύκρατο καιρό. Με την εφίδρωση, η θερμότητα μεταφέρεται από το σώμα στην επιφάνεια του δέρματος. Όταν αυτό το νερό αποκτήσει αρκετή θερμοκρασία, μετατρέπεται σε υδρατμούς, αποβάλλοντας έτσι θερμότητα από το σώμα (580 kcal θερμότητας ανά 1 kg εξεπαιζόμενου ιδρώτα) (Wenger., 1972 ; Sawka et al., 2011). Ωστόσο, αυτή η απαγωγή θερμότητας συνοδεύεται από τυπικές απώλειες υγρών 0,5 - 1,9 L/h σύμφωνα

με τους Baker και τους συνεργάτες του (2016). Η ταχύτητα των συνολικών απωλειών υγρών από τον ιδρώτα μιας προπόνησης μπορεί να εξηγηθεί εν μέρει από την ένταση της άσκησης, το θερμό περιβάλλον και της συνολικής διάρκειας αυτής της δραστηριότητας (Shirreffs & Sawka., 2011 ; Sawka et al., 2007 ; Cheuvront et al., 2005 ; Cheuvront & Kenefick., 2014 ; Kenefick et al., 2010 ; Cheuvront & Kenefick., 2017).

7.2 Περιβάλλον

Η άσκηση στο κρύο ή σε μεγάλα υψόμετρα χρήζει ιδιαίτερης προσοχής κατά τον προσδιορισμό των αναγκών των αθλητών σε υγρά (Belval et al., 2019). Η άσκηση στο κρύο μπορεί να εξακολουθεί να παράγει άφθονη εφίδρωση, ιδίως σε βαριά ενδυμασία, ενώ παράλληλα μειώνει την ευαισθησία στη δίψα και τη μείωση της κατανάλωσης υγρών κατά βούληση. Το αποτέλεσμα είναι η μειωμένη αντικατάσταση υγρών και η υπο-ενυδάτωση (O'Brien et al., 1996). Η έκθεση σε πολύ μεγάλο υψόμετρο (4900-7600 m) τείνει να αυξάνει τις απώλειες νερού και ηλεκτρολυτών, να μειώνει τον όγκο του πλάσματος και την περιεκτικότητα του σώματος σε νερό (Fusch et al., 1996). Τόσο στον ψυχρό αέρα όσο και σε μεγάλα υψόμετρα, οι αναπνευστικές απώλειες νερού μπορεί να αυξηθούν και να απαιτήσουν πρόσθετη κατανάλωση υγρών λόγω της χαμηλής πίεσης των υδρατμών του αέρα (Mitchell et al., 1972). Όταν η θερμοκρασία του περιβάλλοντος είναι μεγαλύτερη από τη θερμοκρασία του δέρματος, η θερμότητα μεταφέρεται από τον αέρα στο σώμα (Gleeson., 1998 ; Sawka & Wenger., 1988 ; Boulant., 1981). Ως εκ τούτου, οι αθλητές θα πρέπει να εγκλιματιστούν στο υψόμετρο επί αρκετές ημέρες και να διατηρήσουν την ενυδάτωση πριν από τον αγώνα για να εξασφαλίσουν τη βέλτιστη αθλητική απόδοση.

Κατά την άσκηση στη ζέστη, η ροή του αίματος στο δέρμα και ο ρυθμός του ιδρώτα αυξάνονται για να επιτρέψουν την απαγωγή της θερμότητας στο περιβάλλον. Αυτές οι θερμορυθμιστικές προσαρμογές, ωστόσο, αυξάνουν τη φυσιολογική καταπόνηση και μπορεί να οδηγήσουν σε αφυδάτωση κατά τη διάρκεια παρατεταμένης άσκησης (Nybo et al., 2014 ; Rowell., 1974 ; Galloway & Maughan., 1997 ; Périard et al., 2011). Ο προπονητικός θερμικός εγκλιματισμός είναι επομένως απαραίτητος για τους αθλητές που προετοιμάζονται για αγώνες σε θερμό περιβάλλον (Sawka et al., 1996). Το μέγεθος της προσαρμογής εξαρτάται από την ένταση, τη διάρκεια, τη συχνότητα και τον αριθμό των εκθέσεων στη θερμότητα (Périard et al., 2015 ; Sawka et al., 1996).

7.3 Υπέρ-ενυδάτωση

Η κατανάλωση υγρών για την (προσωρινή) αύξηση του TBW πάνω από τη φυσιολογική ημερήσια διακύμανση ονομάζεται υπέρ-ενυδάτωση (Burke., 2019). Στο πλαίσιο της άσκησης, η στρατηγική αυτή μπορεί να εφαρμόζεται σκόπιμα από τους αθλητές πριν από αγώνες στους οποίους αναμένεται να εμφανιστεί μεγάλο έλλειμμα υγρών λόγω της αδυναμίας κατανάλωσης επαρκών ποσοτήτων υγρών σε σχέση με τις μεγάλες απώλειες ιδρώτα (Burke., 2019). Ο αθλητής μπορεί να πίνει μεγάλες ποσότητες υγρών τις ώρες πριν από το αγώνισμα, συχνά σε συνδυασμό με έναν οσμωτικά ενεργό παράγοντα όπως η γλυκερόλη ή το νάτριο, με στόχο την προσωρινή αύξηση του συνολικού νερού του σώματος, ώστε να αντισταθμιστούν οι απώλειες ιδρώτα και να καθυστερήσει η εξέλιξη της απόλυτης υπο-ενυδάτωσης (Coombes & Rosendal., 2012). Ωστόσο, μπορεί επίσης να συμβεί ακούσια κατά τη διάρκεια της άσκησης, εάν ένας αθλητής καταναλώσει υγρά καθ' υπέρβαση των πραγματικών απωλειών του ιδρώτα. Η πρακτική αυτή έχει αναγνωριστεί ως αποτέλεσμα εσφαλμένων κατευθυντήριων γραμμών για την πρόσληψη υγρών στον αθλητισμό και όταν πραγματοποιείται σε ακραίες καταστάσεις μπορεί να οδηγήσει σε σοβαρές συνέπειες που σχετίζονται με την υπονατρία (Hew-Butler et al., 2015 ; Hoffman et al., 2017). Η υπέρ-ενυδάτωση δεν έχει ευεργετικές επιδράσεις στην απόδοση κατά την άσκηση (Sawka et al., 2001). Μπορεί να οδηγήσει σε αύξηση της ενδογαστρικής πίεσης και να συμβάλει σε συμπτώματα από το ανώτερο γαστρεντερικό σύστημα (Costa et al., 2019 ; Leiper., 2015). Συνεπώς, η αποφυγή της υπερενυδάτωσης ή της υπο-ενυδάτωσης συνιστάται τόσο για την υγεία όσο και για την απόδοση σε υπερμαραθώνιο τρέξιμο. Σε ορισμένους αγώνες αντοχής και υπέρ-αντοχής έχει επηρεάσει έως και το 30% των συμμετεχόντων (Cairns et al., 2015).

7.4 Αφυδάτωση

Η υπο-ενυδάτωση και η αφυδάτωση χρησιμοποιούνται συχνά εναλλακτικά επειδή έχουν παρόμοιες φυσιολογικές συνέπειες, αλλά έχουν διαφορετικούς ορισμούς (Ganjo et al., 2018). Η υπο-ενυδάτωση είναι η κατάσταση έλλειψης νερού στον οργανισμό και πιο συγκεκριμένα απώλεια >2 % της σωματικής μάζας, ενώ η αφυδάτωση αναφέρεται στην σημαντική απώλεια σωματικών υγρών μέσω του ιδρώτα (Gómez et

al., 2016 ; Sawka et al., 2007 ; Cheuvront & Kenefick ., 2014). Το νερό αποτελεί το 50-70% της συνολικής μάζας του σώματος και είναι κατανεμημένο τόσο στον ενδοκυττάριο (65%) όσο και στον εξωκυττάριο (35%) χώρο (Sawka et al., 1990 ; Belval et al., 2019). Η αφυδάτωση προκαλεί απώλεια ενδοκυττάριου και εξωκυττάριου (πλάσμα και διάμεσο) υγρού ανάλογα με την απώλεια νερού, θέτοντας σε κίνδυνο την καρδιαγγειακή λειτουργία, μειώνοντας τη ροή του αίματος στους μύες και την καρδιακή παροχή (Gonsalez et al., 1998). Τυπικά, ο ιδρώτας είναι υποτονικός (δηλαδή χαμηλότερη συγκέντρωση ηλεκτρολυτών) σε σχέση με το πλάσμα (Burke., 2019). Επομένως, οι απώλειες ιδρώτα που σχετίζονται με την άσκηση, οδηγούν σε μείωση του όγκου του πλάσματος και αύξηση της συγκέντρωσης των ηλεκτρολυτών του (κυρίως του νατρίου), γνωστή ως υπερτονική υποογκαιμία (Burke., 2019). Ο χαμηλός όγκος αίματος, λόγω αφυδάτωσης, εμποδίζει επίσης τη μεταφορά οξυγόνου και γλυκόζης στα μυϊκά κύτταρα (Gonsalez et al., 1998). Σε μόλις 2% απώλεια σωματικών υγρών, η απόδοση ενός αθλητή μειώνεται (Maughen., 2003 ; Shirreffs., 2005). Ορισμένοι αθλητές ξεκινούν την άσκηση σε κατάσταση υπο-ενυδάτωσης, η οποία μπορεί να επηρεάσει αρνητικά τις αθλητικές επιδόσεις (Shirreffs & Sawka., 2011 ; Garth & Burke., 2013). Η σκόπιμη αφυδάτωση για την αύξηση του βάρους μπορεί να οδηγήσει σε σημαντικό έλλειμμα υγρών, το οποίο μπορεί να είναι δύσκολο να αποκατασταθεί μεταξύ του ζυγίσματος και της έναρξης του αγώνα. Ομοίως, οι αθλητές μπορεί να είναι υπο-ενυδατωμένοι κατά την έναρξη της άσκησης, λόγω παρατεταμένων προπονήσεων στη ζέστη ή λόγω πολλαπλών αγώνων σε μια ημέρα (Burke & Eichner., 2007 ; Shirreffs & Sawka., 2011 ; Goulet., 2012 ; Garth & Burke., 2013). Επομένως, η αφυδάτωση όχι μόνο μειώνει την απόδοση, αλλά αυξάνει έμμεσα τον κίνδυνο τραυματισμού ενός αθλητή και αυξάνει άμεσα τον κίνδυνο εμφάνισης ασθενειών που σχετίζονται με τη ζέστη (Bouchama & Knochel., 2002).

Οι φυσιολογικές επιδράσεις της υπο-ενυδάτωσης στην άσκηση έχουν χαρακτηριστεί καλύτερα κατά τη διάρκεια της αερόβιας, υπομέγιστης άσκησης, ιδίως όταν αυτή πραγματοποιείται σε συνθήκες καύσωνα (Tyler et al., 2016). Η άσκηση στη ζέστη δημιουργεί από μόνη της μια "σχετική υπο-ενυδάτωση", λόγω της ανακατανομής της ροής του αίματος προς το δέρμα για να υποβοηθηθεί η απαγωγή της θερμότητας (Sawka et al., 2011 ; Cheuvront et al., 2010). Οι αυξημένοι ρυθμοί χρήσης του μυϊκού γλυκογόνου, οι αυξήσεις της θερμοκρασίας του δέρματος, η δυσφορία και η απόσπαση της προσοχής που προκαλείται από τη δίψα, είναι μεταξύ των πολλών παραγόντων που

σχετίζονται με την υπο-ενυδάτωση, ιδίως όταν η άσκηση πραγματοποιείται σε θερμό περιβάλλον (Sawka et al., 2011 ; Cheuvront et al., 2010 ; Sawka et al., 2012). Όπως φαίνεται και στην ανασκόπηση του Ganio και των συνεργατών του (2018), αυτές οι βλάβες οδηγούν σε αύξηση της εσωτερικής θερμοκρασίας. Η σχέση μεταξύ αφυδάτωσης και θερμοκρασίας του σώματος, υπογραμμίζεται περαιτέρω από το γεγονός ότι ο βαθμός αφυδάτωσης συσχετίζεται άμεσα με τον βαθμό υπερθερμίας (δηλαδή αυξημένης εσωτερικής θερμοκρασίας) που εμφανίζεται. Μελέτες (Robinson et al., 1995 ; McConell et al., 1999 ; Bachle et al., 2001) που εξέτασαν την απόδοση αντοχής σε εύκρατο περιβάλλον (20-21 °C) κατά τη διάρκεια άσκησης διάρκειας μικρότερης των 90 λεπτών, ανέφεραν ότι η αφυδάτωση κατά 1-2% του σωματικού βάρους έχει στατιστικά ασήμαντη επίδραση στην απόδοση. Ωστόσο, η αφυδάτωση κατά 2% του σωματικού βάρους, η οποία γενικά συμβαίνει κατά τη διάρκεια άσκησης διάρκειας άνω των 90 λεπτών, φαίνεται να μειώνει σημαντικά την απόδοση αντοχής σε περιβάλλοντα 20-21 °C (Cheuvront et al., 2003 ; Fallowfield et al., 1996 ; McConell et al., 1997). Περαιτέρω, απώλεια βάρους άνω του 4% του σωματικού βάρους κατά τη διάρκεια της άσκησης μπορεί να οδηγήσει σε θερμική ασθένεια, θερμική εξάντληση, θερμοπληξία και ενδεχομένως θάνατο (Maughan & Noakes., 1991). Μια τυπική προπόνηση για τους υπέρ-μαραθωνοδρόμους φαίνεται να είναι αρκετή για να προκαλέσει σημαντική αφυδάτωση (Tiller et al., 2019). Κατά τη διάρκεια της απόστασης του ημι-μαραθωνίου (13,1 μίλια), παρατηρήθηκαν μέσες απώλειες ιδρώτα 1,4 L σε άνδρες δρομείς και όταν αντισταθμίζονται με την πρόσληψη υγρών κατά τη διάρκεια της άσκησης, οδήγησαν σε καθαρές απώλειες υγρών 0,3 L (Pereira et al., 2017). Σε μεγαλύτερες προπονητικές αποστάσεις (μαραθώνιος), δρομείς υψηλού επιπέδου παρουσίασαν απώλεια σωματικού βάρους 0,3 και 1,7 %, σε ψυχρές και θερμές συνθήκες αντίστοιχα, ακόμη και όταν κατανάλωναν υγρά με ρυθμό 1 L-h (Cheuvront et al., 2007). Επιπλέον, η αποχή από τα υγρά είχε ως αποτέλεσμα μια μέση αφυδάτωση 3,3 και 5,3% αντίστοιχα (Cheuvront et al., 2007). Για τον μετριασμό των συνεπειών για τη διατήρηση της γενικής υγείας, υπάρχουν δύο συνιστώσες της ενυδάτωσης που χρήζουν προσοχής. Αφορούν στρατηγικές ενυδάτωσης για τη διευκόλυνση της αποκατάστασης μετά την άσκηση και καθημερινές απαιτήσεις ενυδάτωσης που είναι ανεξάρτητες από την προπόνηση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8. ΠΡΟΣΛΗΨΗ ΥΓΡΩΝ

Οι πρώτες μελέτες στον τομέα αυτόν (Costill and Sparks., 1973 ; Nielsen et al., 1986) διαπίστωσαν, ότι η υψηλή ροή ούρων που ακολουθεί την κατάποση μεγάλων ποσοτήτων ποτών χωρίς ηλεκτρολύτες, δεν επέτρεπε στα άτομα να παραμείνουν σε θετική ισορροπία υγρών για περισσότερο από ένα πολύ σύντομο χρονικό διάστημα. Διαπίστωσαν επίσης, ότι ο όγκος του πλάσματος διατηρούνταν καλύτερα όταν υπήρχαν ηλεκτρολύτες στα προσλαμβανόμενα υγρά, αποτέλεσμα που αποδίδεται στην παρουσία νατρίου στα ποτά. Άρα το σκέτο νερό δεν είναι το ιδανικό ρόφημα ενυδάτωσης μετά την άσκηση, όταν είναι απαραίτητη η ταχεία και πλήρης αποκατάσταση της ισορροπίας των υγρών και όταν όλη η πρόσληψη γίνεται σε υγρή μορφή. Τα υγρά με ηλεκτρολύτες είναι η καλύτερη επιλογή. Οι ηλεκτρολύτες, ειδικά το νάτριο, είναι κρίσιμης σημασίας για την πρόληψη των μη αισθητών απωλειών μέσω των ούρων και για την αποτελεσματική αύξηση του όγκου του πλάσματος (Burke., 1997).

Στην μελέτη του Hoffman (2018), τα υποτονικά ποτά περιέχουν νερό, διάφορες συγκεντρώσεις και μορφές υδατανθράκων, νάτριο και άλλους ηλεκτρολύτες σε διάφορες ποσότητες και αρωματικές ουσίες. Τέτοια ποτά παρέχονται συνήθως στους σταθμούς βοήθειας σε αγώνες υπέρ-αντοχής. Ωστόσο, οι αθλητές υπέρ-αντοχής δεν βασίζονται συνήθως αποκλειστικά σε αθλητικά ποτά για την πηγή νερού ή θερμίδων, αλλά επιλέγουν μια ποικιλία τροφίμων και υγρών, σε στερεές, ζελέ ή υγρές μορφές, συμπεριλαμβανομένων πλούσιων σε ενέργεια θερμιδικών πηγών που διατίθενται στο εμπόριο (φρούτα, γλυκά, σούπα, ανθρακούχα ποτά, χυμός φρούτων και νερό) (Costa et al., 2013a, 2013b ; Martinez et al., 2018 ; Pfeiffer et al., 2012 ; Stuempfle et al., 2011). Έτσι, οι στρατηγικές ενυδάτωσης θα πρέπει να περιλαμβάνουν κυρίως την κατανάλωση νερού και νατρίου με τον καλύτερο δυνατό ρυθμό που ελαχιστοποιεί τις απώλειες διούρησης και ουρίας (Shirreffs & Sawka., 2011). Η παρουσία χλωριούχου νατρίου (από τροφές ή υγρά) βοηθά στη συγκράτηση των προσλαμβανόμενων υγρών, ιδιαίτερα των εξωκυττάρων υγρών συμπεριλαμβανομένου του όγκου του πλάσματος. Επομένως, οι αθλητές δεν πρέπει να συμβουλευονται να περιορίζουν το νάτριο στη διατροφή τους μετά την άσκηση, ιδίως όταν έχουν υποστεί μεγάλες απώλειες σε νάτριο (Kenefick & Cheuvront., 2012 ; Shirreffs & Sawka., 2011).

Η Επαρκής Πρόσληψη Νερού (ΑΙ) αντιπροσωπεύει μια συνιστώμενη μέση ημερήσια πρόσληψη νερού που διατηρεί την καλή υγεία για άνδρες και γυναίκες. Έτσι, η Ευρωπαϊκή Αρχή για την Ασφάλεια των Τροφίμων (EFSA., 2010), ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (Howard & Bartram., 2003) και το Ινστιτούτο Ιατρικής της Εθνικής Ακαδημίας Επιστημών των ΗΠΑ (Institute of Medicine., 2005) έχουν δημοσιεύσει την ΑΙ σε όρους συνολικής πρόσληψης υγρών 24 ωρών. Ο όγκος των υγρών (δηλαδή, χωρίς να συμπεριλαμβάνεται το νερό σε στερεά τρόφιμα) που ικανοποιεί αυτές τις ΑΙ είναι 1,6-2,2 L/ημέρα για τις γυναίκες και 2,0-3,0 L/ημέρα για τους άνδρες. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι οι ΑΙ δεν λαμβάνουν υπόψη τις μεγάλες απώλειες ιδρώτα που συχνά παρουσιάζουν οι αθλητές αντοχής, με αποτέλεσμα η ημερήσια πρόσληψη υγρών να διαφέρει (Bardis et al., 2013 ; Kavouras., 2013 ; Baker & Jeukendrup., 2014).

8.1 Πριν την Άσκηση

Η πρακτική σύσταση του Αμερικανικού Κολλεγίου Αθλητιατρικής (1996), είναι η κατανάλωση 400-600 ml νερού 2 ώρες πριν από την άσκηση, ώστε να δοθεί χρόνος στους νεφρούς να ρυθμίσουν τον συνολικό όγκο νερού του σώματος (έχει χρησιμοποιηθεί για να διασφαλιστεί η ενυδάτωση πριν από τις εργαστηριακές μελέτες) (Casa et al., 2000). Τα προκύπτοντα δεδομένα της ωσμωτικότητας ή του ειδικού βάρους των ούρων και της ωσμωτικότητας, δείχνουν ότι η πρακτική αυτή είναι γενικά αποτελεσματική για την επίτευξη της ευενυδάτωσης σε τέτοιες περιπτώσεις (Shirreffs et al., 1996 ; Shirreffs & Maughan., 1998). Η ACSM σημειώνει για την αντικατάσταση υγρών, ότι η αντίληψη της δίψας δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την πλήρη αποκατάσταση του νερού μέσω της εφίδρωσης και ότι οι αθλητές θα πρέπει να αρχίσουν να πίνουν νωρίς και σε τακτά χρονικά διαστήματα ή να καταναλώνουν τη μέγιστη ποσότητα που μπορούν να ανεχθούν. Για πρακτικές συστάσεις, οι κλινικοί γιατροί μπορούν να εξηγήσουν στον αθλητή ότι αν καταναλώσει 1 L υγρού σε κατάσταση ηρεμίας, αυτό πιθανότατα απλώς θα απεκκρίνεται φυσιολογικά με τους νεφρούς. Ωστόσο, κατά τη διάρκεια της άσκησης, ακόμη και μικρές αυξήσεις της ADH μπορούν να μειώσουν αισθητά τη νεφρική ικανότητα απέκκρισης, με αποτέλεσμα ο αθλητής να κατακρατεί υγρό ακόμη και αν πίνει λιγότερο από 800-1000 ml/h (Hew-Butler et al., 2008).

Σύμφωνα με την Nutrition and Athletic Performance (2009), τουλάχιστον 4 ώρες πριν από την άσκηση, τα άτομα θα πρέπει να πίνουν περίπου 5-7 mL /kg νερό ή ένα αθλητικό ποτό. Αυτό θα επέτρεπε αρκετό χρόνο για τη βελτιστοποίηση της κατάστασης ενυδάτωσης και για την αποβολή τυχόν περίσσειας υγρών με τα ούρα. Εκτός από το νερό, ο ιδρώτας περιέχει επίσης σημαντικές αλλά μεταβλητές ποσότητες νατρίου. Η μέση συγκέντρωση νατρίου στον ιδρώτα προσεγγίζει τα 50 mmol/L ή περίπου 1 g/L. Η ποσότητα και ο ρυθμός αντικατάστασης των υγρών εξαρτάται από τον ρυθμό ιδρώτα του κάθε αθλητή, τη διάρκεια της άσκησης και τις ευκαιρίες για πόση (Sawka et al., 2007).

Άλλη σύσταση υποδηλώνει ότι, οι αθλητές μπορούν να προάγουν τη βέλτιστη ενυδάτωση πριν από την άσκηση, καταναλώνοντας 500 ml νερού ή αθλητικού ποτού το βράδυ πριν από έναν αγώνα, άλλα 500 ml κατά το ξύπνημα και στη συνέχεια άλλα 400-600 ml δροσερού νερού ή αθλητικού ποτού 20-30 λεπτά πριν από την έναρξη της άσκησης (Kerksick et al., 2018). Επιπροσθέτως, η πρόσληψη υγρών θα πρέπει να ξεκινά 24 ώρες πριν από τον αγώνα και να συνεχίζεται μέχρι 48 ώρες μετά τον αγώνα. Πριν από την άσκηση, οι αθλητές θα πρέπει να ενυδατώνονται πίνοντας αργά περίπου 5 έως 7 mL/kg τουλάχιστον 4 ώρες πριν από την άσκηση και επιπλέον 3 έως 5 mL/kg περίπου 2 ώρες πριν από το αγώνισμα, εάν δεν παράγονται ούρα ή είναι πολύ συμπυκνωμένα (American College of Sports., 2007).

Η Nutrition and Athletic Performance (2016), αναφέρει ότι οι αθλητές μπορούν να επιτύχουν ενυδάτωση πριν από την άσκηση καταναλώνοντας όγκο υγρών ισοδύναμο με 5 έως 10 ml/kg σωματικού βάρους, έτσι ώστε μέσα σε 2 έως 4 ώρες πριν από την άσκηση να επιτύχουν ούρα με ανοιχτό κίτρινο χρώμα, ενώ παράλληλα επιτρέπουν επαρκή χρόνο για την αποφυγή της περίσσειας υγρών (American College of Sports., 2007 ; Goulet., 2012). Το νάτριο που καταναλώνεται στα προ της άσκησης υγρά και τρόφιμα μπορεί να βοηθήσει στην κατακράτηση υγρών. Σύμφωνα με τον Racinais και των συνεργατών του (2015), μπορεί να είναι σκόπιμο να υπενθυμίζεται στους αθλητές όταν εκτίθενται σε θερμική καταπόνηση κατά τις ημέρες που προηγούνται του αγώνα, να πίνουν επαρκώς και να αντικαθιστούν τις απώλειες ηλεκτρολυτών, ώστε να διασφαλίζεται η διατήρηση της ευενυδάτωσης. Γενικά, συνιστάται η κατανάλωση 6 ml νερού ανά kg σωματικής μάζας κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου κάθε 2-3 ώρες, καθώς και 2-3 ώρες πριν από την προπόνηση ή τον αγώνα στη ζέστη.

8.2 Κατά την διάρκεια

Στην μελέτη του Tiller και των συνεργατών του (2019), οι δρομείς που αγωνίζονται σε υπέρ-μαραθώνιους, θα πρέπει να στοχεύουν στην κατανάλωση 150-250 ml υγρών περίπου κάθε 20 λεπτά κατά τη διάρκεια της άσκησης ή όγκων υγρών 450-750 ml-h (Applegate., 1991 ; Kreider., 1991). Η πρόσληψη υγρών θα πρέπει να προσαρμόζεται ανάλογα με τις περιβαλλοντικές συνθήκες, τη διάρκεια του αγώνα, τον ρυθμό εργασίας, τη σωματική μάζα, τον βαθμό ανοχής στα υγρά. Οι συγκεντρώσεις ηλεκτρολυτών (ιδίως νατρίου) από τα προϊόντα του εμπορίου μπορεί να μην είναι επαρκείς για τη βέλτιστη ενυδάτωση, ιδίως σε θερμές ή υγρές συνθήκες και θα πρέπει να εξεταστούν πρόσθετες πηγές νατρίου με στόχο την πρόσληψη 500-700 mg-L. Οι ρυθμοί εφίδρωσης κατά τη διάρκεια της άσκησης στη ζέστη ποικίλλουν δραματικά ανάλογα με το μεταβολικό ρυθμό, τις περιβαλλοντικές συνθήκες και την κατάσταση εγκλιματισμού στη ζέστη (Cheuvront et al., 2007). Ενώ οι τιμές που κυμαίνονται από 1,0 έως 1,5 L/h είναι συνηθισμένες για τους αθλητές που εκτελούν έντονη άσκηση σε θερμό περιβάλλον, ορισμένα άτομα μπορούν να ξεπεράσουν τα 2,5 L/h (Adams et al., 1975 ; Bergeron et al., 1995 ; Bergeron et al., 1995 ; Shirreffs et al., 2006). Οι αθλητές με έντονη εφίδρωση μπορούν επίσης να αυξήσουν σκόπιμα την πρόσληψη νατρίου (δηλαδή αλατιού) πριν και μετά την προπόνηση και τον αγώνα (με ζεστό καιρό) για να διατηρήσουν την ισορροπία νατρίου (π.χ. 3,0 g αλατιού που προστίθενται σε 0,5 L ενός ποτού υδατανθράκων-ηλεκτρολύτη). Κατά τη διάρκεια της άσκησης που διαρκεί περισσότερο από 1 ώρα, οι αθλητές θα πρέπει επομένως να επιδιώκουν την κατανάλωση διαλύματος που περιέχει 0,5-0,7 g/L νατρίου (Casa., 1999 ; Duvillard et al., 2004 ; Sawka et al., 2007). Έτσι, τα άτομα που επιθυμούν να βελτιστοποιήσουν την απόδοσή τους θα πρέπει να προσδιορίσουν εκ των προτέρων τα ατομικά ποσοστά εφίδρωσης, υπό συνθήκες που μοιάζουν με τον ανταγωνισμό (π.χ. παρόμοια ένταση άσκησης, έδαφος, περιβάλλον) (Kenefick et al., 2018). Ένα προσιτό μέσο για την εκτίμηση του ρυθμού εφίδρωσης είναι η μέτρηση της σωματικής μάζας πριν και μετά την άσκηση. Αυτό θα επιτρέψει μια εξατομικευμένη στρατηγική πρόσληψης υγρών (American College of Sports., 2007). Κατά κανόνα, οι αθλητές πρέπει να πίνουν επαρκή υγρά κατά τη διάρκεια της άσκησης για να αντικαταστήσουν τις απώλειες ιδρώτα, έτσι ώστε η συνολική έλλειψη υγρών του σώματος να περιορίζεται σε <2% σωματικού βάρους (Garth et al., 2013). Το πρόγραμμα υγρών που ταιριάζει στους περισσότερους αθλητές και στις αθλητικές εκδηλώσεις συνήθως επιτυγχάνει

πρόσληψη 0,4 έως 0,8 L/h (Burke & Eichner., 2007) αν και αυτό πρέπει να προσαρμόζεται στην ανοχή και την εμπειρία του αθλητή, στις δυνατότητες κατανάλωσης υγρών και στα οφέλη της κατανάλωσης άλλων θρεπτικών συστατικών (π.χ. υδατάνθρακες) σε μορφή ποτού. Η πρόσληψη κρύων ποτών (0,5 C) μπορεί να βοηθήσει στη μείωση της θερμοκρασίας και συνεπώς στη βελτίωση της απόδοσης στη ζέστη. Η παρουσία γεύσης σε ένα ποτό μπορεί να αυξήσει τη γευστικότητα και την εκούσια πρόσληψη υγρών (Nutrition and Athletic Performance., 2016). Τα κρύα υγρά μπορούν ενδεχομένως να ενισχύσουν την απόδοση αντοχής όταν λαμβάνονται πριν (Lee et al., 2008 ; Byrne et al., 2011) αλλά όχι κατά τη διάρκεια της άσκησης (Lee et al., 2007 ; Lee et al., 2008). Μειονέκτημα της λήψης ψυχρών υγρών κατά τη διάρκεια της άσκησης, μπορεί να είναι η μείωση της εφίδρωσης και επομένως της εξάτμισης της επιφάνειας του δέρματος (Bain et al., 2012), λόγω της ενεργοποίησης των θερμοϋποδοχέων που πιθανόν βρίσκονται στην περιοχή της κοιλιάς (Morris et al., 2014).

Στην ανασκόπηση του Nikolaidis και των συνεργατών του (2018), αναφέρεται ότι απαιτείται να ενθαρρύνονται οι αθλητές να αποφεύγουν την υπερβολική κατανάλωση υγρών κατά τη διάρκεια της άσκησης. Επίσης αναγράφεται η μελέτη των Barr και Costill, που υποστηρίζουν ότι οι ποσότητες υγρών που χάνονται μπορεί να κυμαίνονται από 600 έως 2000 mL-h. Τέτοιες ποσότητες είναι μη ρεαλιστικό να καταναλώνονται από ένα άτομο, καθώς η μέγιστη πρόσληψη υγρών μπορεί να περιοριστεί σε 300-600 mL-h που σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να καλύψει μόνο το 50% του σωματικού βάρους που έχει χαθεί. Μεγαλύτερες προσλήψεις από 300-600 mL-h μπορεί να οδηγήσουν σε γαστρεντερικές ενοχλήσεις. Επιπλέον, όταν η ένταση της άσκησης και ο ρυθμός εφίδρωσης μειώνεται, μπορεί να υπερ-ενυδατώσουν τον αθλητή και να τον οδηγήσουν σε κατάσταση υπονατρημίας που εμφανίζεται πιο συχνά στις αθλήτριες (Noakes et al., 2005 ; Noakes & Speedy., 2006 ; Wagner et al., 2012). Όσον αφορά την πρόσληψη υγρών κατά τη διάρκεια ενός αγώνα υπέρ-αντοχής, έχει προταθεί μια στρατηγική *ad libitum* κοντά στο εύρος 300-600 mL-h για να μειωθεί ο κίνδυνος EAH και να βελτιστοποιηθεί η συγκέντρωση νατρίου στο πλάσμα (Frohnauer et al., 2008). Μια πρόσληψη 300-400 mL-h έχει προταθεί για να μειώσει τον κίνδυνο για EAH, ενώ 400 mL-h θα βελτιστοποιούσε τη συγκέντρωση νατρίου στον ορό σε ένα περπάτημα 4 ωρών (Frohnauer et al., 2008). Επιπλέον, μια πρόσληψη υγρών 400 mL-h θα μπορούσε να μειώσει τον κίνδυνο EAH.

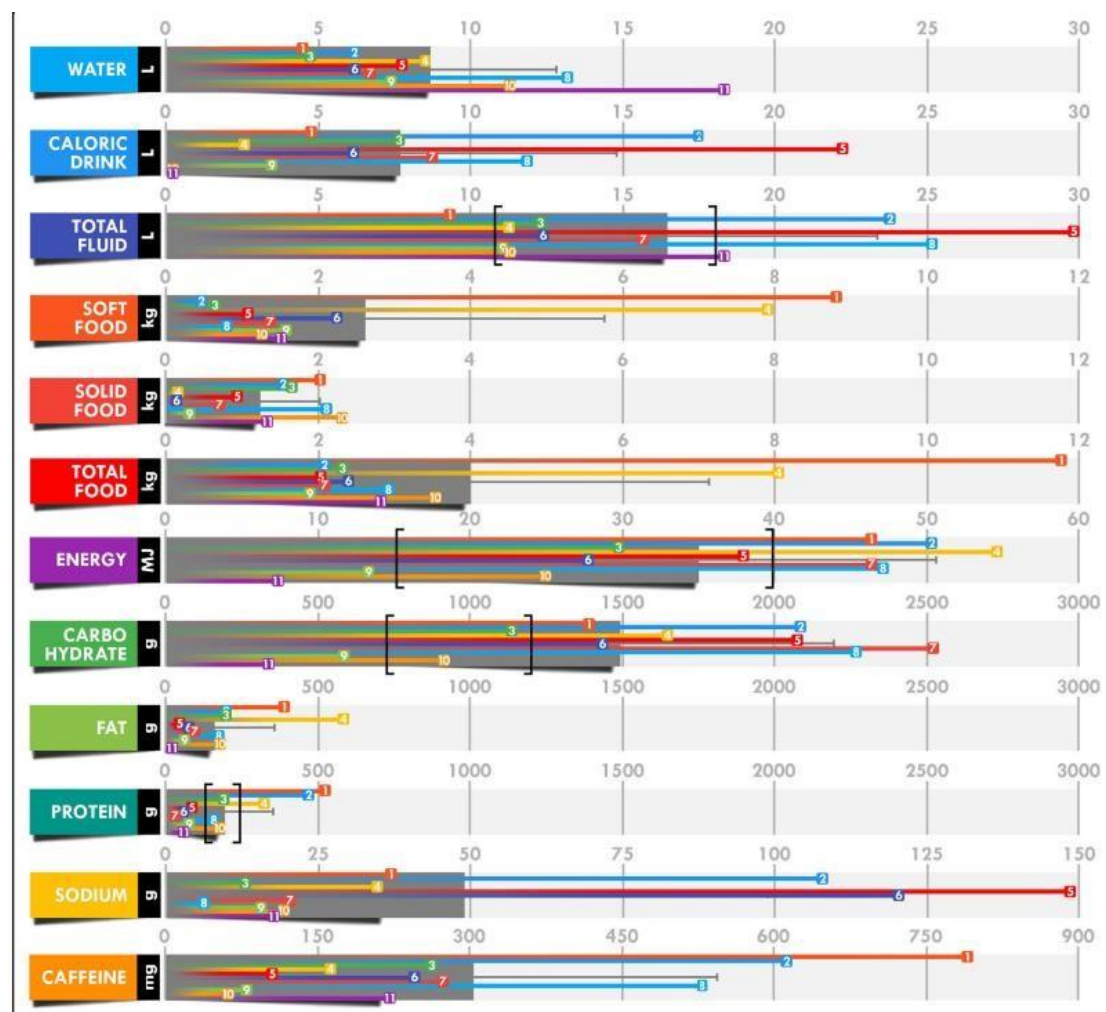
Η Αμερικανική Ένωση Διαιτολόγων και το Αμερικανικό Κολέγιο Αθλητιατρικής και Διαιτολόγων του Καναδά συνιστούν την εξατομικευμένη προσέγγιση της αντιστοίχισης της πρόσληψης υγρών με τις απώλειες ιδρώτα, αλλά επίσης συμβουλεύουν γενικά τους αθλητές να πίνουν 6 έως 12 ουγκιές υγρών κάθε 15 έως 20 λεπτά, ανάλογα με την ανοχή τους και να περιλαμβάνουν νάτριο (Rodriguez et al., 2009). Γενικά, όσο μεγαλύτερη είναι η απώλεια ιδρώτα, τόσο περισσότερα υγρά και ηλεκτρολύτες απαιτούνται για την επίτευξη της ευ-ενυδάτωσης.

Η συμβουλευτική δήλωση του Noakes (2003) και της Διεθνούς Ένωσης Ιατρικών Διευθυντών Μαραθωνίου, προτείνει στον αθλητή να ξεκινήσει με ένα σχέδιο ενυδάτωσης της τάξης των 400-800 mL/h, το οποίο υιοθετήθηκε και από την ACSM το 2007 (American College of Sports et al., 2007), συνιστώντας στους αθλητές να πίνουν *ad libitum* στο προτεινόμενο εύρος των 400-800 mL/h. Η ACSM προτείνει υψηλότερους ρυθμούς ενυδάτωσης για ταχύτερους, βαρύτερους αθλητές που αγωνίζονται σε θερμό περιβάλλον και χαμηλότερους ρυθμούς για πιο αργούς, ελαφρύτερους αθλητές που αγωνίζονται σε ψυχρότερο περιβάλλον (American College of Sports et al., 2007). Πιο συγκεκριμένα, μια μελέτη προσομοίωσης του Mountain και των συνεργατών του (2006), δείχνει ότι ένας ρυθμός 600 mL/h μπορεί να είναι κατάλληλος για έναν αθλητή 70 kg σε δροσερό ή εύκρατο (18 °C) περιβάλλον που τρέχει με ταχύτητες 8,5-15 km/h. Επομένως, η παρακολούθηση του μηχανισμού δίψας και η παρακολούθηση σωματικών παραμέτρων όπως το σωματικό βάρος, το χρώμα των ούρων, ο ρυθμός του αγώνα, η θερμοκρασία του σώματος και η θερμοκρασία του περιβάλλοντος σε κάθε προπόνηση μπορεί να βοηθήσει τον αθλητή να ρυθμίσει τις ατομικές του ανάγκες ενυδάτωσης και να αποφύγει τις επιπλοκές της EAH (Getzin et al., 2011).

Μόλις αρχίσει η άσκηση, ο αθλητής θα πρέπει να προσπαθεί να καταναλώνει επαρκή ποσότητα νερού ή/και διαλυμάτων γλυκόζης-ηλεκτρολυτών (π.χ. αθλητικά ποτά) κατά τη διάρκεια της άσκησης για να διατηρεί την κατάσταση ενυδάτωσης. Συνεπώς, για να διατηρηθεί η ισορροπία των υγρών και να αποφευχθεί η αφυδάτωση, οι αθλητές πρέπει να προγραμματίζουν την κατανάλωση 0,5 έως 2 L/ώρα υγρών για να αντισταθμίσουν την απώλεια βάρους. Αυτό απαιτεί συχνή (κάθε 5-15 λεπτά) κατάποση 12-16 ουγκιών κρύου νερού ή αθλητικού ποτού κατά τη διάρκεια της άσκησης (Maughan & Noakes., 1991 ; Brouns et al., 1998 ; Kovacs et al., 1999 ; Kovacs et al., 2002 ; Meyer et al., 1995).

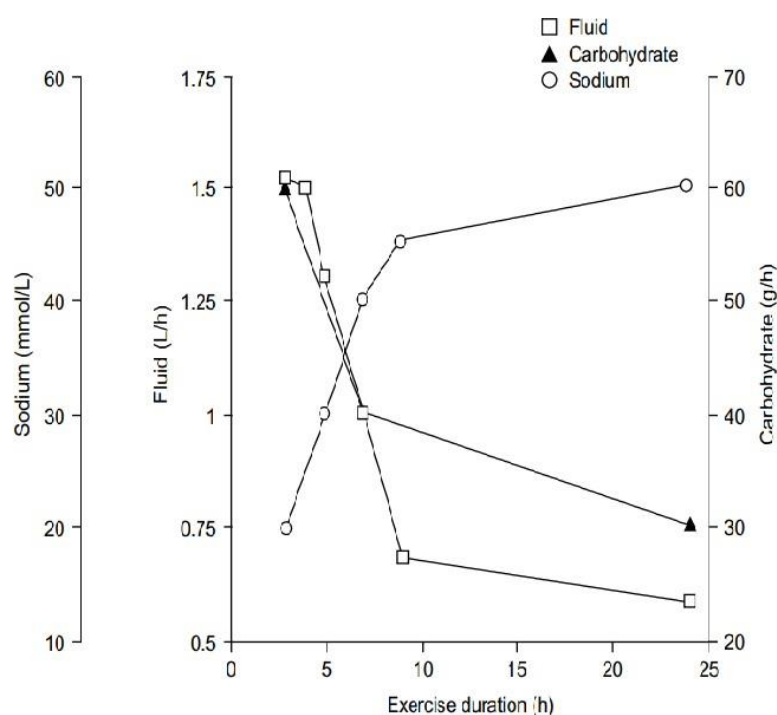
Κατά τη διάρκεια και μετά την άσκηση, οι αθλητές θα πρέπει να καταναλώνουν τρία φλιτζάνια νερό για κάθε κιλό που χάνουν (κατά τη διάρκεια της άσκησης), για να προάγουν την επαρκή ενυδάτωση (Maughan & Noakes., 1991). Πρωταρχικός στόχος αμέσως μετά την άσκηση, θα πρέπει να είναι η πλήρης αντικατάσταση των χαμένων υγρών και ηλεκτρολυτών κατά τη διάρκεια μιας προπόνησης ή ενός αγώνα. Επιπλέον, η πρόσληψη νατρίου με τη μορφή διαλυμάτων γλυκόζης-ηλεκτρολυτών (έναντι μόνο πόσιμου νερού) και η πραγματοποίηση επιλογών και τροποποιήσεων στα τρόφιμα (προσθήκη αλατιού στα τρόφιμα) θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά τη διάρκεια της διαδικασίας επανυδάτωσης για την περαιτέρω προώθηση της ευενυδάτωσης (Casa et al., 2005). Ακολουθούν ορισμένα σχεδιαγράμματα μελετών, τα οποία απεικονίζουν συνιστάμενες προσλήψεις υγρών και νατρίου, κατά την διάρκεια της άσκησης.

Σχήμα 8.2



Το παραπάνω σχεδιάγραμμα είναι προερχόμενο απ' την μελέτη του Lavoué και άλλων (2020) και απεικονίζει την μέση και ατομική συνολική πρόσληψη, των παραπάνω, κατά τη διάρκεια ενός αγώνα υπερμαραθώνιου που διήρκεσε 24 ώρες. Κάθε αριθμημένο έγχρωμο τετράγωνο αναφέρεται σε έναν μόνο συμμετέχοντα. Επίσης η γκρι γραμμή δείχνει την μέση πρόσληψη και η μαύρη αγκύλη ορίζει τις συστάσεις, για όλα τα παραπάνω, όπως καθορίζονται με βάση τον Tiller και τους συνεργάτες του (2019) (Lavoué et al., 2020 ; Tiller et al., 2019).

Σχήμα 8.2.1



Το παραπάνω σχεδιάγραμμα απεικονίζεται στην ανασκόπηση του Rehrer (2001) και παρουσιάζει, προτεινόμενα ποσοστά πρόσληψης υγρών, νατρίου και επιπέδων υδατανθράκων, κατά τη διάρκεια υψηλής έντασης άσκησης, ποικίλης διάρκειας (Rehrer 2001). Τα προτεινόμενα ποσοστά κατάποσης υδατανθράκων βασίζονται σε δεδομένα από μελέτες απόδοσης που συνοψίζονται, από τον Coyle (1991), ενώ τα ποσοστά κατάποσης νατρίου και η σχέση τους με τα ποσοστά των υγρών, βασίζονται, κατά τον Maughan (1991) (Rehrer., 2001 ; Coyle., 1991 ; Maughan., 1991).

8.3 Μετά την άσκηση

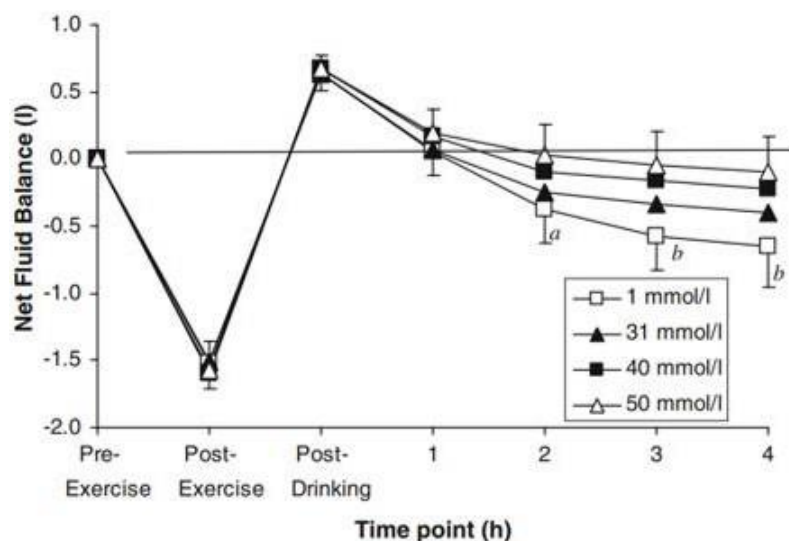
Μετά την άσκηση οι περισσότεροι αθλητές, τελειώνουν με έλλειμμα υγρών και θα πρέπει να αποκαταστήσουν την ενυδάτωση (Burke & Eichner., 2007 ; Garth & Burke., 2013). Η ταχεία και πλήρης αποκατάσταση από την υπερβολική αφυδάτωση μπορεί να επιτευχθεί με την κατανάλωση τουλάχιστον 16-24 oz (450-675 mL) υγρών για κάθε 0,5 kg σωματικού βάρους που χάνεται κατά τη διάρκεια της άσκησης (Rodriguez et al., 2009). Η κατανάλωση ροφημάτων επανυδάτωσης και αλμυρών τροφών στα γεύματα ή σνακ θα βοηθήσει στην αντικατάσταση των απωλειών υγρών και ηλεκτρολυτών (Sawka et al., 2007).

Όταν ο χρόνος αποκατάστασης είναι σύντομος ή η έκταση της απώλειας υγρών είναι μεγάλη, η πρόσληψη υγρών λόγω δίψας δεν είναι επαρκής για την αποκατάσταση της υδατικής ισορροπίας (Shirreffs et al., 2004). Για την πλήρη αποκατάσταση της υδατικής ισορροπίας, απαιτείται όγκος υγρών μεγαλύτερος από αυτόν που χάθηκε κατά την προπόνηση (Tiller et al., 2019). Στην έρευνα του Shirreffs το 1996, 12 ποδηλάτες οδηγήθηκαν σε αφυδάτωση λίγο μεγαλύτερη από 2%, λόγω άσκησης σε 4 διαφορετικές εβδομάδες. Σε κάθε περίπτωση, χορηγήθηκαν υγρά είτε σε ποσότητα 50%, 100%, 150% ή 200% της σωματικής μάζας που χάθηκε μετά την άσκηση. Κάθε εβδομάδα, έξι από τους ποδηλάτες λάμβαναν 23 mmol/L νάτριο στα υγρά τους και οι άλλοι έξι λάμβαναν συγκέντρωση νατρίου 61 mmol/L. Στις 7,5 ώρες μετά την άσκηση, τα δείγματα αίματος και ούρων μετρήθηκαν εκ νέου. Η επανυδάτωση σχεδόν επιτεύχθηκε για τα άτομα της ομάδας με τη χαμηλότερη συγκέντρωση νατρίου όταν κατανάλωσαν είτε το 150% είτε το 200% της ποσότητας υγρού. Συνολικά επιτεύχθηκε το 91% της αρχικής σωματικής μάζας με την κατάποση καθεμιάς από αυτές τις ποσότητες, σε σύγκριση με μόνο 39% αποκατάσταση για τα άτομα που κατανάλωσαν μόνο το 50% της χαμένης μάζας και 60% αποκατάσταση για τα άτομα που επανυδατώθηκαν με το 100% της χαμένης μάζας. Η πλήρης ενυδάτωση επιτεύχθηκε από τα άτομα που έλαβαν το υγρό με την υψηλότερη συγκέντρωση νατρίου και είτε τον όγκο του 150% (107% της μάζας που ανακτήθηκε) ή του 200% (127% της μάζας που ανακτήθηκε) της σωματικής μάζας που χάθηκε. Παρά την υψηλότερη περιεκτικότητα σε νάτριο, τα άτομα που έλαβαν μόνο υγρό σε όγκους 50% (ανέκτησαν το 38% της μάζας που έχασαν) ή 100% (ανέκτησαν το 81% της μάζας απώλειας μάζας) δεν πέτυχαν πλήρη επανυδάτωση. Από την άλλη πλευρά, εάν το έλλειμμα υγρών πρέπει να αναπληρωθεί επείγοντως, προτείνεται η αντικατάσταση του 150% των απωλειών μάζας σώματος εντός 1 ώρας μετά τη διακοπή της άσκησης (Sawka et al., 2007 ; Shirreffs & Maughan.,

1998), συμπεριλαμβανομένων των ηλεκτρολυτών για τη διατήρηση του συνολικού νερού του σώματος. Από πρακτική άποψη, αυτό μπορεί να μην είναι εφικτό για όλους τους αθλητές για διάφορους λόγους (π.χ. χρόνος, γαστρεντερική δυσφορία). Έτσι, είναι πιο ρεαλιστικό να αντικατασταθεί το 100-120% των απωλειών σωματικής μάζας. Η προτιμώμενη μέθοδος ενυδάτωσης είναι μέσω της κατανάλωσης υγρών και με τρόφιμα (π.χ. αλμυρά τρόφιμα). Τέλος, για την ταχεία και πλήρη αντικατάσταση των υγρών και των ηλεκτρολυτών, συνίσταται η κατανάλωση 1,5 L/kg της συνολικής απώλειας σωματικού βάρους (Kenefick & Cheuvront., 2012 ; Sawka et al., 2007).

Το παρακάτω σχεδιάγραμμα, φαίνεται στην μελέτη του Merson και άλλων (2008) και απεικονίζει την κατάλληλη πρόσληψη υγρών μετά την άσκηση σε κάθε δοκιμή, η οποία υπολογίζεται αφαιρώντας τις απώλειες υγρών λόγω του ιδρώτα και των ούρων και προσθέτοντας την ανάλογη ποσότητα που χάθηκε, μέσω της πόσης. Η μελέτη εφαρμόστηκε σε 8 υγιείς άνδρες η οποίοι ασκούσαν σε κυκλοεργόμετρο αυξανόμενης ισχύος (Merson et al., 2008).

Σχήμα 8.3



Πίνακας 8. Συστάσεις κατανάλωσης υγρών στην άθληση

Άθλημα	Χρόνος	Δοσολογία	Βιβλιογραφία
Υπέρ-μαραθώνιος	Κατά την διάρκεια της άσκησης ή των αγώνων, κάθε 20 λεπτά	150-250 ml υγρά	Tiller et al., (2019)
	Ή κατά τη διάρκεια των αγώνων, κάθε 1 ώρα	450-750 ml	Tiller et al., (2019)
Αγώνας υπέρ-αντοχής	κατά τη διάρκεια, κάθε 1 ώρα	300-600 ml	Nikolaidis et al., (2018)
Μαραθώνιος	Ως πρώτος στόχος, κάθε 1 ώρα	400-800 ml	American College of Sports (2007)
Δεν αναφέρεται συγκεκριμένο άθλημα	κατά τη διάρκεια της άσκησης	0,3 έως 2,4 L/h νερό ή ποτό ηλεκτρολυτών	Nutrition and Athletic Performance (2016)
Γενικά για αθλητές	Κατά την διάρκεια της άσκησης	450-675 mL υγρών για κάθε 0,5 kg σωματικού βάρους που χάνεται	Rodriguez et al., (2009)
Δεν αναφέρεται συγκεκριμένο άθλημα	πριν από την άσκηση	5 έως 10 ml/kg σωματικού βάρους	Nutrition and Athletic Performance (2016)
Δεν αναφέρεται συγκεκριμένο άθλημα	Πριν από την άσκηση	περίπου 5 έως 7 mL/kg τουλάχιστον 4 ώρες πριν από την άσκηση και επιπλέον 3 έως 5 mL/kg περίπου 2 ώρες πριν από το αγώνισμα	American College of Sports (2007)
Δεν αναφέρεται συγκεκριμένο άθλημα	4 ώρες πριν από την άσκηση	5-7 mL /kg νερό ή αθλητικό ποτό	Nutrition and Athletic Performance (2009)
Για δραστήριους ενήλικες και ανταγωνιστικούς αθλητές	2 ώρες πριν από την άσκηση	400-600 ml νερού	American College of Sports Medicine (1996)
Για αθλητές γενικότερα	πριν από την άσκηση	500 ml νερού ή αθλητικού ποτού το βράδυ πριν από έναν αγώνα, άλλα 500 ml κατά το ξύπνημα και στη	Kerksick et al., (2018)

		συνέχεια άλλα 400-600 ml δροσερού νερού ή αθλητικού ποτού 20-30 λεπτά πριν από την έναρξη της άσκησης	
Γενικά για αθλητές	κάθε 15 έως 20 λεπτά	6 έως 12 ουγκιές υγρών, ανάλογα με την ανοχή τους	Rodriguez et al., (2009)
Γενικά για αθλητές σε ζεστό κλίμα	2-3 ώρες πριν τον αγώνα στη ζέστη	6 ml νερού ανά kg σωματικής μάζας	Racinais et al., (2015)
Δεν αναφέρεται συγκεκριμένο άθλημα	Μετά την άσκηση	1,25 έως 1,5 L υγρών για κάθε 1 kg απώλειας βάρους	Nutrition and Athletic Performance (2016)
Γενικά για αθλητές	Μετά την άσκηση	υγρό με 150 % ή 200 % σωματικής μάζας που χάθηκε	Shirreffs (1996)
Γενικά για αθλητές σε ζεστό κλίμα	Μετά την άσκηση	100-120% των απωλειών σωματικής μάζας	Racinais et al., (2015)
Δεν αναφέρεται συγκεκριμένο άθλημα	Για πλήρης αποκατάσταση	450-675 mL για κάθε 0,5 kg σωματικού βάρους που χάνεται	Nutrition and Athletic Performance (2009)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9. ΣΥΣΤΑΣΕΙΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΝΑΤΡΙΟΥ

Εξίσου και σε αυτήν την περίπτωση κάθε αθλητής πρέπει να αντιμετωπίζεται ως άτομο (Shirreffs et al., 2006). Η ιδανική μέθοδος για την αξιολόγηση της ισορροπίας υγρών και ηλεκτρολυτών, είναι η εκτενής ατομική αξιολόγηση του ρυθμού εφίδρωσης, της συγκέντρωσης νατρίου στον ιδρώτα, της κατάστασης ενυδάτωσης πριν και μετά την άσκηση και της διαιτητικής πρόσληψης υγρών και νατρίου (Bergeron., 1996). Η τήρηση ενός πλάνου κατανάλωσης μιας συγκεκριμένης ποσότητας ποτών πλούσιων σε νάτριο σε τακτά χρονικά διαστήματα κατά τη διάρκεια της ημέρας, μπορεί να βοηθήσει στη διασφάλιση επαρκούς πρόσληψης υγρών και νατρίου (Bergeron., 2000). Οι ηλεκτρολύτες του ιδρώτα χρειάζονται αντικατάσταση για την αποκατάσταση της ενυδάτωσης, για την οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν διαλύματα υδατανθράκων-ηλεκτρολυτών 6% έως 10% (Sawka et al., 2007). Η συμπλήρωση του νατρίου του ορού

με δισκία ή πακέτα αλατιού σε οποιοδήποτε ποσοστό ή συνολική δόση κατά τη διάρκεια της δραστηριότητας, δεν έχει αποδειχθεί ότι μειώνει τα ποσοστά της EAH (Lipman et al., 2020 ; Oh et al., 2018). Σε αυτό θα γίνει ειδική αναφορά σε επόμενο κεφάλαιο.

Στην ανασκόπηση των Grozenski & Kiel (2020), η κατανάλωση ποτών με 20 έως 50 mEq-L νατρίου ή μικρών ποσοτήτων αλατισμένων σνακ, βοηθά στη διέγερση της δίψας, στην επαναπρόσληψη υγρών και κατ'επέκταση στην υποστήριξη της οσμωτικής ισορροπίας κατά τη διάρκεια αγώνων αντοχής. Το πρόσθετο αλάτισμα των καθημερινών τροφίμων είναι μια φθηνή και αποτελεσματική μέθοδος αύξησης της πρόσληψης νατρίου (πίκλες, χυμό ντομάτας, κονσερβοποιημένες σούπες, ψητά φασόλια και πίτσα) (Valentine., 2007). Ακόμη, η προσθήκη 2,5 ml (0,5 κουταλάκι του γλυκού) επιτραπέζιου αλατιού σε κάθε 960 ml (32 fl oz) ενός αθλητικού ποτού, θα αυξήσει περαιτέρω τη συγκέντρωση νατρίου χωρίς να επηρεάσει αρνητικά τη γεύση ή την απορρόφηση (Valentine., 2007).

Επιπροσθέτως, στην μελέτη του Tiller (2019) υποστηρίζεται ότι, προκειμένου να μειωθεί ο κίνδυνος υπονατριαιμίας κατά τη διάρκεια άσκησης μεγάλης περιόδου, οι δρομείς θα πρέπει να καταναλώνουν νάτριο σε συγκεντρώσεις 500-700 mg-L υγρού (Sawka et al., 2007). Λίγο μεγαλύτερες ποσότητες νατρίου (και άλλων ηλεκτρολυτών) θα απαιτηθούν σε συνθήκες ζέστης (π.χ. > 25 °C / 77 °F) ή και υγρασίας (π.χ. > 60%). Όταν ο ρυθμός εφίδρωσης είναι αυξημένος σε τέτοιες συνθήκες, οι δρομείς θα πρέπει να στοχεύουν σε 300-600 mg-h- νατρίου (1000-2000 mg NaCl). Εάν καταναλώνονται σε υγρά, θα πρέπει να αποφεύγονται συγκεντρώσεις νατρίου μεγαλύτερες από 1000 mg-L (50 mmol-L), καθώς αυτό μπορεί να μειώσει τη γευστικότητα του ποτού (Baker et al., 2014). Οι ποσότητες που λαμβάνονται θα πρέπει επίσης να συμψηφίζονται με το νάτριο που καταναλώνεται από τρόφιμα που περιέχουν αλάτι, αν και θα πρέπει να σημειωθεί ότι είναι απίθανο να επιτευχθεί ο συνιστώμενος ρυθμός πρόσληψης νατρίου μόνο από τα τρόφιμα.

Η AND, η DC και η ACSM συνιστούν την πρόσληψη νατρίου κατά τη διάρκεια της άσκησης σε αθλητές με υψηλούς ρυθμούς εφίδρωσης (>1,2 L/h), υποκειμενική "αλμυρή εφίδρωση" και παρατεταμένη άσκηση >2 ώρες (Nutrition and Athletic Performance., 2016). Αν και ποικίλλουν σε μεγάλο βαθμό, οι μέσοι ρυθμοί εφίδρωσης κυμαίνονται από 0,3 έως 2,4 L/h και η μέση περιεκτικότητα ιδρώτα σε νάτριο είναι 1

gr/L (50 mmol/L) (Nutrition and Athletic Performance., 2016). Ένα αθλητικό ποτό που περιέχει νάτριο στην περιοχή 10-30 mmol/L (230-690 mg/L) έχει ως αποτέλεσμα τη βέλτιστη απορρόφηση και την πρόληψη της υπονατριαιμίας (Jeukendrup et al., 2005), συγκέντρωση που συναντάται στα τυπικά αθλητικά ποτά του εμπορίου. Οι συστάσεις της ACSM για την πρόσληψη νατρίου είναι 300-600 mg/h (1,7-2,9 g αλάτι) κατά τη διάρκεια μιας παρατεταμένης άσκησης (Jeukendrup et al., 2009 ; Rehrer., 2001 ; Sawka & Montain., 2000 ; Shirreffs et al., 2004 ; Kerkick et al., 2018).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10. ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΑ ΝΑΤΡΙΟΥ – ΔΙΠΤΑΝΘΡΑΚΙΚΟ ΝΑΤΡΙΟ

Τα συμπληρώματα αλατιού από το στόμα, πριν ή κατά τη διάρκεια των αγώνων είναι μια δημοφιλής στρατηγική που χρησιμοποιείται από αθλητές αντοχής με στόχο την αντικατάσταση των ηλεκτρολυτών που χάνονται με εφίδρωση (Del Coso et al., 2015). Παρά το γεγονός ότι τα αθλητικά ποτά περιέχουν αλάτι αντικαθιστώντας την απώλεια ηλεκτρολυτών κατά τη διάρκεια της άσκησης, οι συγκεντρώσεις νατρίου, χλωριδίου και καλίου είναι πολύ κάτω από τις τιμές που βρίσκονται στον ιδρώτα (Coso et al., 2008). Τα αθλητικά ποτά του εμπορίου περιέχουν σχετικά μικρές ποσότητες νατρίου, συνήθως μεταξύ 200-440 mg/L και παραμένει αβέβαιο ότι οι σχετικά μέτριες προσλήψεις νατρίου που παρέχονται από τα αθλητικά ποτά θα μπορούσαν να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο στην πρόληψη της υπονατριαιμίας κατά τη διάρκεια παρατεταμένης άσκησης (Speedy., 1996 ; Speedy et al., 2002). Γενικά, το βασικό πλεονέκτημα της συμπληρωματικής χορήγησης νατρίου πριν, κατά τη διάρκεια ή μετά την άσκηση είναι η επέκταση του όγκου του πλάσματος (Luetkemeier et al., 1997 ; Criswell et al., 1992 ; Sanders et al., 2001). Τα υγρά με νάτριο διατηρούν τον όγκο του πλάσματος καλύτερα από ότι το νερό κατά τη διάρκεια της άσκησης (Barr et al., 1991). Επομένως, ίσως να είναι κερδοφόρα η χρήση συμπληρωμάτων αλατιού (εκτός από αθλητικά ποτά) για να αντισταθμιστεί η απώλεια ηλεκτρολυτών σε αθλήματα αντοχής, ειδικά σε αγωνίσματα με ζεστό περιβάλλον ή σε αθλητές με ασυνήθιστα αλμυρό ιδρώτα (Montain et al., 2006). Ωστόσο, η αποτελεσματικότητά τους θα αξιολογηθεί αναδρομικά στις παρακάτω έρευνες που επακολουθούν.

Στην έρευνα των Vrijens & Rehrer, (1999), συμμετείχαν δέκα άνδρες αθλητές αντοχής πρώτα σε μία άσκηση που διαρκούσε 1 ώρα και έπειτα σε δύο πειραματικές δοκιμές διάρκειας 3 ωρών σε ποδηλατικό εργόμετρο στο 55% της μέγιστης κατανάλωσης O₂.

Στις πειραματικές δοκιμές, η απώλεια υγρών αντικαταστάθηκε με αποσταγμένο νερό ή με αθλητικό ποτό Gatorade που περιείχε νάτριο (18 mmol/l). Κατά τη διάρκεια της δοκιμής με αποσταγμένο νερό, η μέση διάρκεια της άσκησης ήταν $2,5 \pm 0,6$ ώρες και κατά τη διάρκεια της δοκιμής με αθλητικό ποτό ήταν $2,7 \pm 0,4$ ώρες. Στην παρούσα μελέτη, σε 2 ώρες, καταναλώθηκαν 2,4 λίτρα αθλητικού ποτού (που περιείχαν 18 mmol/l), τα οποία παρείχαν 43,2 mmol νατρίου. Η μετρούμενη διαφορά στη συγκέντρωση νατρίου στο πλάσμα μεταξύ αθλητικού ποτού και αποσταγμένου νερού στις 2 ώρες ήταν 4 mmol/l (140-2136 mmol/l). Συνάγεται το συμπέρασμα από τους συγγραφείς, ότι ακόμη και με έλλειψη υπερφόρτωσης μέσω υγρών, μπορεί να εμφανιστεί μειωμένη συγκέντρωση νατρίου στο πλάσμα και αυξημένος κίνδυνος υπονατριαιμίας κατά την άσκηση μεγάλης διάρκειας στη ζέστη, όταν καταναλώνονται μόνο υγρά χωρίς νάτριο για την αντικατάσταση των απωλειών ιδρώτα. Εάν σε αυτή την περίπτωση καταναλώνεται ένα ποτό που περιέχει νάτριο αντί για απλό νερό, το σχετικό έλλειμμα νατρίου μπορεί να ελαχιστοποιηθεί. Ωστόσο, μόνο τέσσερα από τα 10 άτομα ολοκλήρωσαν όλες τις δοκιμές στην εν λόγω μελέτη, γεγονός που περιορίζει περαιτέρω την εγκυρότητα αυτών των ευρημάτων.

Έπειτα, στην μελέτη του Speedy και των συνεργατών του (2002), έχει προταθεί ότι η συμπληρωματική χορήγηση νατρίου, είτε με αθλητικά ποτά που περιέχουν νάτριο είτε με δισκία αλατιού, είναι απαραίτητη κατά τη διάρκεια παρατεταμένης άσκησης για την αντικατάσταση των απωλειών νατρίου με τον ιδρώτα και την πρόληψη της υπονατριαιμίας που σχετίζεται με την άσκηση (Burke., 1993 ; Kaminsky & Paul., 1991 ; Eichner et al., 1993 ; Hiller., 1989 ; Hiller et al., 1987 ; Murray., 1996 ; Vrijens & Rehner., 1999 ; Hiller., 1986 ; Singh et al., 1994 ; Convertino et al., 1996). Συγκεκριμένα σε αυτήν την μελέτη, τριάντα οκτώ αθλητές (36 άνδρες και 2 γυναίκες) συμμετείχαν σε αγώνα υπέρ-απόστασης Ironman στη Νότια Αφρική το 2000 (που περιελάμβανε κολύμπι 3,8 χιλιομέτρων, ποδήλατο 180 χιλιομέτρων και τρέξιμο 42 χιλιομέτρων). Τα άτομα αυτά, έλαβαν επαρκή ποσότητα δισκίων αλατιού για να καλύψουν τις ανάγκες τους, με βάση τους αυτοεκτιμώμενους χρόνους ποδηλασίας και τρεξίματος. Δόθηκαν περαιτέρω δισκία για την κάλυψη επιπλέον 2 ωρών άσκησης, ώστε να παρέχουν περίπου 700 mg/h νατρίου. Τα αποτελέσματα έδειξαν, ότι δεν είναι απαραίτητο να προσλαμβάνεται επιπλέον νάτριο για την πρόληψη της υπονατριαιμίας σε αθλητές που αντικαθιστούν μόνο εν μέρει, τις απώλειες υγρών τους κατά τη διάρκεια παρατεταμένης άσκησης όπως το τρίαθλο Ironman. Η συμπληρωματική

χορήγηση νατρίου συσχετίστηκε ωστόσο με μια ελαφρά αλλά στατιστικά ασήμαντη αύξηση της συγκέντρωσης Na και μείωση της έκτασης της απώλειας βάρους κατά τη διάρκεια ενός τριάθλου απόστασης Ironman. Μπορεί, επομένως να έχει ρόλο στη διατήρηση της κατάστασης ενυδάτωσης κατά τη διάρκεια της υπερ-απόστασης, ιδίως σε άτομα των οποίων ο ρυθμός πρόσληψης υγρών προσεγγίζει τους ρυθμούς απώλειας υγρών μέσω του ιδρώτα και των ούρων. Η θέση του Αμερικανικού Κολλεγίου Αθλητιατρικής σχετικά με την αντικατάσταση υγρών (Convertino et al., 1996) συνιστά την πρόσληψη 0,5-0,7 gr Na/L νερού, ως κατάλληλο επίπεδο πρόσληψης για την αντικατάσταση το νατρίου που χάνεται με τον ιδρώτα σε εκδηλώσεις που διαρκούν περισσότερο από 1 ώρα.

Επιπλέον, στην μελέτη των Twerenbold και των συνεργατών του (2003), δεκατρείς αθλήτριες αντοχής ολοκλήρωσαν τρία τετράωρα τρεξίματα σε στίβο 400 μέτρων. Κατανάλωναν 1 λίτρο υγρών την ώρα κατά τη διάρκεια των δοκιμών με τυχαιοποιημένη πρόσληψη υγρών. Μία δοκιμή με υψηλή συγκέντρωση νατρίου (680 mg/l), μία δοκιμή με χαμηλή συγκέντρωση νατρίου (410 mg/l) και μία δοκιμή μόνο με νερό. Το σημαντικότερο αποτέλεσμα αυτής της μελέτης είναι ότι, στις αθλήτριες αντοχής η μείωση του Na^+ πλάσματος μπορεί να ελαχιστοποιηθεί ή ακόμη και να αποφευχθεί, σε περίπτωση υπερφόρτωσης με υγρά κατά τη διάρκεια της άσκησης με την κατανάλωση υγρών υψηλής συγκέντρωσης νατρίου. Οι διαφορές στο Na^+ πλάσματος, μεταξύ των δοκιμών με αυξημένο και χαμηλό νάτριο δεν ήταν σημαντικές, αλλά στη δοκιμή με την χαμηλότερη πρόσληψη νατρίου η επίπτωση της υπονατριαιμίας ήταν υψηλότερη. Η άποψη των συγγραφέων, ότι οι αθλητές πρέπει να προσλαμβάνουν επιπλέον Na^+ κατά τη διάρκεια της άσκησης είναι λανθασμένη, όπως υποστηρίζεται πλήρως και σε άλλη μελέτη (Noakes., 2004). Αντίθετα, το σωστό συμπέρασμα είναι ότι, καθώς ο καλύτερος προγνωστικός παράγοντας για το Na^+ του ορού μετά την άσκηση είναι η μεταβολή της σωματικής μάζας κατά τη διάρκεια της άσκησης, η αποφυγή της υπέρ-ενυδάτωσης είναι η πιο σημαντική παρέμβαση που απαιτείται για την πρόληψη της ανάπτυξης συμπτωματικής υπονατριαιμίας που σχετίζεται με την άσκηση (Hew-Butler et al., 2006).

Στην έρευνά του Hew-Butler (2006), συνολικά 145 τριαθλητές που συμμετείχαν στο τριάθλο Ironman του 2001 στο Κέιπ Τάουν (3,8 χλμ. κολύμβηση, 180 χλμ. ποδηλασία και 42,2 χλμ. τρέξιμο) προσφέρθηκαν εθελοντικά να συμμετάσχουν σε αυτή τη μελέτη και κατανεμήθηκαν τυχαία είτε σε ομάδα ελέγχου (με εικονικό φάρμακο) είτε σε

πειραματική ομάδα (με συμπλήρωμα Na^+). Συγκεκριμένα, έλαβαν νάτριο (620 mg επιτραπέζιο αλάτι), εικονικό φάρμακο (596 mg άμυλο) ή κανένα συμπλήρωμα κατά τη διάρκεια τριάθλου. Τα δισκία νατρίου και εικονικού φαρμάκου ελήφθησαν *ad libitum*, με το προτεινόμενο εύρος 1-4 ανά ώρα. Το πρώτο σημαντικό εύρημα αυτής της μελέτης ήταν ότι οι τριαθλητές που έλαβαν είτε εικονικό φάρμακο, είτε δισκία αλατιού *ad libitum* ή που έτρωγαν και έπιναν όπως θα έτρωγαν και έπιναν κανονικά, διατήρησαν το Na^+ του ορού τους εντός του φυσιολογικού εύρους. Το εύρημά της έρευνας ήταν ότι η χορήγηση συμπληρώματος νατρίου δεν άλλαξε την απόκριση του Na^+ του ορού κατά τη διάρκεια παρατεταμένης άσκησης. Οι τριαθλητές διατήρησαν το Na^+ του ορού τους εντός του φυσιολογικού εύρους είτε έπιναν ποτά φτωχά σε νάτριο (νερό ή αθλητικό ποτό με $\text{Na}^+ = 18 \text{ mmol/l}$) είτε έπαιρναν συμπλήρωμα με 156 mmolNa^+ . Οι αθλητές στις ομάδες του εικονικού φαρμάκου, του συμπληρώματος νατρίου και της μη κατανάλωσης συμπληρώματος, δεν διέφεραν ως προς τον χρόνο τερματισμού τους, ούτε ως προς τις υποκειμενικές μετρήσεις της έντασης της άσκησης και της ψυχικής ευεξίας, ούτε ως προς τον επιπολασμό των ιατρικών διαγνώσεων μετά τον αγώνα. Κατά τη διάρκεια οξέων καταστάσεων απώλειας Na^+ , πρόσθετο νάτριο μπορεί να απελευθερώνεται είτε από ενδοκυττάρια αποθήκες του σώματος (οστά, δέρμα) είτε με συστολή του όγκου του εξωκυττάριου υγρού, προκειμένου να ρυθμιστούν οι οξείες απώλειες Na^+ μέχρι αυτές να αναπληρωθούν κατά τη διάρκεια του επόμενου γεύματος. Υπάρχουν ενδείξεις ότι η αποθήκευση και απελευθέρωση νατρίου λαμβάνει χώρα τόσο στους μαλακούς ιστούς όσο και στα οστά (Titze., 2015). Κατά τη διάρκεια περιόδων θερμικής καταπόνησης, έχει προταθεί ότι η παραγωγή νατρίου στον ιδρώτα μεταβάλλεται ως απόκριση στη διαιτητική πρόσληψη (McCubbin et al., 2019) και η γευστικότητα του νατρίου αυξάνεται (Takamata et al., 1994). Αυτοί οι φυσιολογικοί μηχανισμοί διαφυλάσσουν την ομοιόσταση του νατρίου, γεγονός που θέτει υπό αμφισβήτηση την αναγκαιότητα χορήγησης συμπληρώματος νατρίου κατά τη διάρκεια άσκησης αντοχής.

Στην έρευνα των Anastasiou και των συνεργατών του (2009), συμμετείχαν δεκατρία υγιή άτομα, καταναλώνοντας τέσσερα διαφορετικά ποτά κατά τη διάρκεια της άσκησης. Αποτελούνταν από ένα ποτό υδατανθράκων χαμηλής περιεκτικότητας σε νάτριο (19,9 mmol/L νάτριο) (Gatorade Endurance), ένα ποτό υδατανθράκων υψηλής περιεκτικότητας σε νάτριο (HNa, 36. 2 mmol/L νατρίου) (European Gatorade Thirst Quencher- PepsiCo Inc), τεχνητά γλυκό αρωματισμένο και χρωματισμένο PL που δεν

είχε θερμίδες και νάτριο (Crystal Light- Kraft Foods Inc, Northfield) και ένα μεταλλικό νερό με ίχνη νατρίου ($<0,3 \text{ mmol/L}$ νατρίου). Η πρώτη φάση του πρωτοκόλλου άσκησης περιελάμβανε διαστήματα 30 λεπτών με εναλλαγή περπατήματος και ποδηλασίας για 3 ώρες, ώστε να προκληθεί απώλεια νατρίου με εφίδρωση. Η δεύτερη φάση του πρωτοκόλλου άσκησης περιελάμβανε 8 σετ όρθιων ανυψώσεων γάμπας (30 επαναλήψεις ανά λεπτό). Η τρίτη φάση του πρωτοκόλλου περιελάμβανε απότομο περπάτημα με ταχύτητα $5,5 \text{ km/h}$ σε κλίση 12% σε διάδρομο για 45 λεπτά. Εύρημα της μελέτης ήταν, ότι υπό περιβαλλοντικές συνθήκες στις οποίες η πρόσληψη υγρών αντιστοιχούσε στην απώλεια μάζας σώματος, ακόμη και μια μέτρια ποσότητα νατρίου που προστίθεται στο διάλυμα ενυδάτωσης ήταν επαρκής για να μετριάσει τη μείωση της συγκέντρωσης νατρίου στο πλάσμα και να διατηρήσει τον όγκο του πλάσματος στα προ της άσκησης επίπεδα. Σχετικά μικρές ποσότητες νατρίου ($19,9 \text{ mmol/L}$) σε ένα αθλητικό ποτό που καταναλώθηκε με ρυθμό ίσο με τη μεταβολή της σωματικής μάζας, απέτρεψαν αποτελεσματικά τη μείωση της συγκέντρωσης νατρίου στο πλάσμα που συνήθως παρατηρείται όταν λαμβάνονται υγρά χωρίς νάτριο κατά τη διάρκεια παρατεταμένης άσκησης. Η πρόσθετη πρόσληψη νατρίου δεν παρείχε περαιτέρω πλεονέκτημα υπό αυτές τις ειδικές συνθήκες. Οι αθλητές αντοχής πρέπει να αποφεύγουν την υπερβολική αφυδάτωση κατά τη διάρκεια της άσκησης. Ωστόσο, όταν η εφίδρωση είναι υπερβολική και ο στόχος είναι η αποκατάσταση της απώλειας υγρών κατά τη διάρκεια της άσκησης, πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στην αναπλήρωση του νατρίου. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί είτε με την κατανάλωση αθλητικού ποτού που περιέχει νάτριο είτε με την κατανάλωση στερεών τροφών που περιέχουν νάτριο μαζί με επαρκή υγρά.

Στην μελέτη των Cosgrove & Black (2013), συμμετείχαν εννέα καλά προπονημένοι ποδηλάτες (5 άνδρες, 4 γυναίκες) λαμβάνοντας είτε μια κάψουλα αλατιού 700 mg/h είτε ένα εικονικό φάρμακο από αλεύρι καλαμποκιού κατά τη διάρκεια της χρονομέτρησης. Το νερό λαμβανόταν *ad-libitum* καθ' όλη τη διάρκεια της χρονομέτρησης. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα συμπληρώματα νατρίου δεν είχαν καμία επίδραση στις επιδόσεις της χρονομέτρησης. Δεν υπήρξε επίσης καμία επίδραση στη μεταβολή της συγκέντρωσης νατρίου στο πλάσμα, μετά τη χρονομέτρηση μεταξύ των δοκιμών. Η μεγαλύτερη διαφορά που παρατηρήθηκε ήταν μια σημαντική μεταβολή του όγκου του πλάσματος από πριν έως μετά την άσκηση μεταξύ της δοκιμής με αλάτι και της δοκιμής με εικονικό φάρμακο, η οποία αντιστοιχούσε σε αυξημένη

δίψα με το συμπλήρωμα νατρίου. Αυτό διαφωνεί με ορισμένες εργαστηριακά ελεγχόμενες μελέτες που αναφέρθηκαν ήδη (Vrijens & Rehrer., 1999 ; Anastasiou et al., 2009) καθώς και με τις έρευνες σχετικά με τα πρωτόκολλα φόρτισης νατρίου πριν από την άσκηση (Sims et al., 2007 ; Sims et al., 2007 b), οι οποίες έχουν δείξει ότι όγκοι νατρίου παρόμοιοι με τις ποσότητες που προσλήφθηκαν σε αυτή τη μελέτη βελτιώνουν την απόδοση. Ωστόσο, τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης συνάδουν με τις πιο πρόσφατες έρευνες που χρησιμοποιούν μια χρονική δοκιμασία ή μια αγωνιστική κατάσταση για την αξιολόγηση της απόδοσης (Speedy et al., 2002 ; Sawka et al., 2007 ; Twerenbold et al., 2003). Έξι από τους συμμετέχοντες είχαν καλύτερες επιδόσεις από την κατανάλωση με νάτριο, αν και δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά στην απόδοση σε αυτή τη μελέτη. Άρα λοιπόν, τα αποτελέσματα μπορεί να υποδηλώνουν ότι ορισμένα άτομα ανταποκρίνονται στην πρόσληψη νατρίου κατά τη διάρκεια της άσκησης, ενώ άλλα όχι και αυτό μπορεί να οφείλεται σε διαφορές στην προπονητική κατάσταση, στις απώλειες νατρίου στον ιδρώτα ή στον νεφρικό χειρισμό του νατρίου.

Στην μελέτη του Del Coso και των συνεργατών του (2015), που αφορούσε την διερεύνηση αποτελεσματικότητας της χορήγησης αλατιού από το στόμα για τη βελτίωση της απόδοσης κατά τη διάρκεια ενός τριάθλου, συμμετείχαν είκοσι έξι υγιείς και καλά προπονημένοι τριαθλητές. Οι συμμετέχοντες έπιναν και έτρωγαν *ad libitum* κατά τη διάρκεια του αγώνα, αλλά η ποσότητα των υγρών και της τροφής καταγράφηκε και αναλύθηκε στη συνέχεια, ώστε να διασφαλιστεί ότι οι ομάδες που εξετάστηκαν στην παρούσα έρευνα διέφεραν μόνο ως προς την ποσότητα του αλατιού που προσλαμβάνεται κατά τη διάρκεια του αγώνα. Οι τριαθλητές που κατανάλωσαν από το στόμα ένα συμπλήρωμα αλατιού, το οποίο περιείχε 113 mmol Na⁺ και 112 mmol Cl⁻, συσχετίστηκαν με χαμηλότερους χρόνους τερματισμού κατά τη διάρκεια ενός τριάθλου σε σχέση με τους τριαθλητές που κατανάλωσαν εικονικό φάρμακο. Τα οφέλη αυτά πιθανώς οφείλονται στην υψηλότερη εκούσια πρόσληψη υγρών κατά τη διάρκεια του αγώνα και στις υψηλότερες συγκεντρώσεις ηλεκτρολυτών στον ορό. Επιπλέον, η πρόσληψη αλατιού από το στόμα δεν προκάλεσε παρενέργειες σε σύγκριση με το εικονικό φάρμακο. Έτσι, τα συμπληρώματα αλατιού από το στόμα θα μπορούσαν να αποτελέσουν εργογόνο βοήθημα μειώνοντας την απώλεια σωματικής μάζας και την αύξηση της συγκέντρωσης ηλεκτρολυτών στον ορό κατά τη διάρκεια ενός πραγματικού half ironman.

Τέλος, αναγράφεται η πρόσφατη έρευνα των Lipman και των συνεργατών του (2021), που αφορούσε την επίδραση του συμπληρώματος νατρίου ως προγνωστικού παράγοντα με βάση το βάρος της αγωνιστικής απόδοσης σε δρομείς υπέρ-μαραθωνίου. Συγκεκριμένα, συμμετείχαν 266 αθλητές σε προοπτική μελέτη παρατήρησης κατά τη διάρκεια 80 χιλιομέτρων (5ου σταδίου), ενός υπέρ-μαραθωνίου 6 σταδίων 250 χιλιομέτρων στη Χιλή και την Παταγονία (2017) και στη Ναμίμπια, τη Μογγολία και τη Χιλή (2018) (Lipman et al., 2020). Σε όλους τους συμμετέχοντες προσφέρθηκε η ίδια ποσότητα νερού για κάθε δεδομένη ημέρα (περίπου 1,5 L ανά 10-12 km). Οι συμμετέχοντες κατατάχθηκαν σε κατηγορίες χαμηλής κατανάλωσης νατρίου ($200 \text{ mg/h} < 2,79 \text{ mg/h/kg}$), μέτριας ($200\text{-}360 \text{ mg/h}$ $2,79 \text{ mg/h/kg}$ - $4,78 \text{ mg/h/kg}$) ή υψηλής ($> 360 \text{ mg/h} > 4,78 \text{ mg/h/kg}$). Η μέση θερμοκρασία ημέρας ήταν $33,8^\circ\text{C}$ για τους θερμούς αγώνες και $14,2^\circ\text{C}$ για τους ψυχρούς αγώνες (Lipman et al., 2020). Είναι γνωστό ότι η θερμική καταπόνηση αυξάνει τη δίψα, την εφίδρωση και τις αντισταθμιστικές απαιτήσεις ενυδάτωσης (Noakes et al., 2005), η θερμοκρασία περιβάλλοντος θα μπορούσε πιθανώς να επηρεάσει την πρόσληψη νατρίου και στη συνέχεια να επηρεάσει την απόδοση. Για να αποκλειστεί το ενδεχόμενο το νάτριο να έχει διαφορετική επίδραση σε αθλητές με υψηλότερες ή χαμηλότερες επιδόσεις, οι επιδόσεις δρομέων με παρόμοιο ρυθμό συγκρίθηκαν με την κατανάλωση νατρίου χρησιμοποιώντας τη συσχέτιση Pearson.

Η μελέτη αυτή διαπίστωσε πρώτον, ότι ούτε ο ρυθμός πρόσληψης νατρίου με βάση το βάρος, ούτε η ποσότητα νατρίου που καταναλώνεται κατά τη διάρκεια ενός υπέρ-μαραθωνίου 80 χιλιομέτρων σχετίζεται με την απόδοση του αγώνα, όπως αυτή μετράται με το χρόνο ολοκλήρωσης του αγώνα ή τη θέση τερματισμού. Τα ευρήματα αυτά ήταν συνεπή με προηγούμενες έρευνες για το τρέξιμο αντοχής (Speedy et al., 2002 ; Hew-Butler et al., 2006 ; Twerenbold et al., 2003 ; Hoffman & Stuenkel., 2016). Ο χαμηλότερος ρυθμός και η ποσότητα πρόσληψης νατρίου δεν συσχετίστηκε με υπονατριαιμία κατά την διάρκεια της άσκησης και το υψηλότερο νάτριο δεν συσχετίστηκε με υπερνατριαιμία που προκαλείται από την άσκηση. Οι αφυδατωμένοι δρομείς βρέθηκαν να έχουν τις καλύτερες επιδόσεις, με σημαντικά ταχύτερους ρυθμούς και χρόνους τερματισμού σε μαραθώνιους (Ebert et al., 2007), τρίαθλα (Sharwood et al., 2004) και υπερμαραθώνιους (Hoffman et al., 2013 ; Wharam et al., 2006 ; Knechtle et al., 2012). Οι υπέρ-ενυδατωμένοι, έτρεξαν πιο αργά και χρειάστηκαν πάνω από 4 ώρες περισσότερο χρόνο για να ολοκληρώσουν τον υπέρ-μαραθώνιο. Έτσι,

από αυτήν την μελέτη συνάγεται το μήνυμα για την αποφυγή της υπέρ-ενυδάτωσης και της μη επιθετικής επιδίωξης συμπληρωμάτων ηλεκτρολυτών για να επηρεαστεί η δρομική απόδοση.

Όσο αναφορά την πρόσληψη εργογόνων βοηθημάτων, μελέτες (Peart et al., 2012 ; McNaughton et al., 2016) έδειξαν θετικά αποτελέσματα με την κατανάλωση διττανθρακικού νατρίου μετά από επαναλαμβανόμενα ποδηλατικά σπριντ και υπομέγιστες ποδηλατικές περιόδους. Έχει αναφερθεί ότι το NaHCO_3 , είναι ένας αλκαλοποιητής όπου είναι απίθανο να έχει επίδραση στη $\text{VO}_{2\text{max}}$ (Lundby et al., 2017) αλλά, ελαχιστοποιεί την ανάπτυξη μεταβολικής οξέωσης που συμβάλλει καθοριστικά στην κόπωση κατά τη διάρκεια περιόδων άσκησης υψηλής έντασης (Peart et al., 2012) και αυξάνει τη ρυθμιστική ικανότητα του οργανισμού (Stecker et al., 2019 ; Forbes et al., 2020 ; Danaher et al., 2014 ; Burke et al., 2016 ; Edge et al., 2006). Πέρα από αυτό, μελέτες έχουν καταδείξει βελτίωση της οξείας μυϊκής αντίστασης στην προπόνηση δύναμης (Grgic et al., 2020), καθυστερημένο αναπνευστικό κατώφλι στο Crossfit (Durkalec et al., 2018), βελτίωση της απομόνωσης γαλακτικού σε ποδηλάτες (Ferreira et al., 2019), μεγαλύτερη γλυκολυτική συνεισφορά στο taekwondo (Freis et al., 2017) και αυξημένο χρόνο μέχρι την κόπωση στο τρέξιμο δρόμου μεγάλων αποστάσεων (Moher et al., 2009). Ωστόσο, η διατηρήσιμη απόδοση σε αγώνες επηρεάζεται συνήθως από πολλαπλούς παράγοντες, όπως η χαμηλή περιεκτικότητα σε ATP, η μυϊκή οξέωση, το αυξημένο εξωκυτταρικό κάλιο, η χαμηλή περιεκτικότητα σε μυϊκό γλυκογόνο και η κόπωση του κεντρικού νευρικού συστήματος (Naderi et al., 2016 ; Artioli et al., 2013). Είναι ενδιαφέρον, ότι η χρονική χορήγηση διττανθρακικού νατρίου μπορεί να έχει να κάνει τόσο με την ελαχιστοποίηση της GI όσο και με την προώθηση ενός εργογόνου αποτελέσματος. Ο φόβος ή η προηγούμενη προσωπική εμπειρία γαστρεντερικής δυσφορίας από τη χορήγηση συμπληρώματος διττανθρακικού νατρίου, μπορεί να αυξήσει την αποφυγή μεταξύ των ατόμων (Carr et al., 2011). Οι ερευνητές (Siegler et al., 2012), παρείχαν σε οκτώ άνδρες σπρίντερ 0,3 gr/kg διττανθρακικού νατρίου στα 60, 120 ή 180 λεπτά πριν από επαναλαμβανόμενες περιόδους σπριντ. Ενώ δεν εντοπίστηκαν διαφορές στις επιδόσεις σπριντ μεταξύ των θεραπειών, οι αναφορές γαστρεντερικών ενοχλήσεων μειώθηκαν σημαντικά όταν η δόση χορηγήθηκε 180 λεπτά πριν από την άσκηση (Siegler et al., 2012). Στην μελέτη των Souza και των συνεργατών του (2021), το συμπλήρωμα μπορεί να αυξήσει τον αριθμό των επαναλήψεων με συγκεκριμένο φορτίο ή σε συγκεκριμένο χρόνο για τη

διατήρηση της προπόνησης ισχύος σε υψηλότερη ένταση. Τα ευρήματα αυτά βασίζονται σε μελέτες που έκαναν χρήση δοσολογίας 0,3 gr/kg σε 3 ημέρες (240, 150 και 90 λεπτά πριν από την άσκηση) (Danaher et al., 2014 ; Ferreira et al., 2019 ; Freis et al., 2017 ; Gough et al., 2017 ; Rezaei et al., 2019 ; Egger et al., 2014).

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Οι στόχοι της παρούσας μελέτης ήταν να διατυπωθεί πρώτον, η σημαντικότητα του νατρίου και συγκεκριμένα του αλατιού στην υγεία, καθώς και στην επίδραση που έχει σε αθλητές αντοχής – υπέρ-αντοχής και σε υπερτασικούς αθλητές. Δεύτερον η καταγραφή των επιπτώσεων από την πρόσληψη νατρίου με αναφορά σε ποσότητες, τρίτον η διαλεύκανση της σχέσης νατρίου με τις μυϊκές κράμπες και την υπονατριαιμία. Τέλος, η ανάγκη της ενυδάτωσης στα αθλήματα αντοχής – υπέρ-αντοχής με έμφαση στις ποσότητες κατανάλωσης υγρών πριν, μετά και κατά την διάρκεια αγώνα ή προπόνησης και σχολιασμός των συμπληρωμάτων νατρίου και διτανθρακικών για την απόδοση στα αθλήματα, την υπονατριαιμία και τις μυϊκές κράμπες. Το νάτριο είναι το κύριο κατιόν του εξωκυττάριου υγρού έχοντας πληθώρα πλεονεκτημάτων (Mohammadifard et al., 2018 ; Rust & Ekmekcioglu., 2016 ; Stolarz & Skrzypek., 2013 ; Farquhar et al., 2015 ; Gibney et al., 2009), με μία από τις κύριες λειτουργίες του να είναι η διατήρηση της ισορροπίας των υγρών στο σώμα (Valentine., 2007). Εξάλλου, όπως προαναφέρθηκε, η σωστή ποσότητα διαδραματίζει σπουδαίο ρόλο καθώς τόσο η υψηλή κατανάλωση, όσο και η χαμηλή αποτελούν κίνδυνο για την υγεία (Lamelas et al., 2016 ; Garg et al., 2011 ; Mente et al., 2016 ; Graudal et al., 2017 ; Austin et al., 2019). Πολλοί οργανισμοί (όπως American College of Cardiology, American Heart Association, Dietary Reference Intakes) συνιστούν πρόσληψη νατρίου έως 1,5 gr/ημέρα. Αντίθετα στην άθληση οι ποσότητες διαφέρουν. Είναι καλά τεκμηριωμένο ότι ο ρυθμός εφίδρωσης και οι συγκεντρώσεις ηλεκτρολυτών στον ιδρώτα μπορούν να ποικίλλουν σημαντικά ως αποτέλεσμα πολλών παραγόντων, επομένως συνιστώνται εξατομικευμένες στρατηγικές αντικατάστασης υγρών (Sawka et al., 2007 ; Coyle., 2004 ; Maughan & Shirreffs., 2008). Η παραγωγή ούρων μετά την άσκηση μειώνεται όσο αυξάνεται η συγκέντρωση νατρίου στο ποτό. Το απλό νερό δεν είναι πιθανό να επαρκεί για την αποκατάσταση της ισορροπίας των υγρών μετά την προπόνηση λόγω της επακόλουθης μείωσης της συγκέντρωσης νατρίου και της ωσμωτικότητας του

πλάσματος που προκαλεί διούρηση. Η υπερανυδάτωση πριν από την άσκηση σε θερμές συνθήκες με νάτριο ή γλυκερόλη μπορεί να προσφέρει ένα μικρό πλεονέκτημα απόδοσης υπό ορισμένες συνθήκες (Mora-Rodriguez & Hamouti., 2012 ; van Rosendal & Coombes., 2012), αλλά πιθανότατα μόνο όταν τα υγρά δεν μπορούν να προσληφθούν επαρκώς κατά τη διάρκεια της άσκησης (van Rosendal & Coombes., 2012). Πράγμα που συνήθως δεν συμβαίνει σε αγώνες υπέρ-αντοχής. Έτσι η πρόσληψη νατρίου, θα πρέπει ιδανικά να ισούται με τη συγκέντρωση νατρίου που χάνεται με τον ιδρώτα. Η περιεκτικότητα σε νάτριο των αθλητικών ποτών του εμπορίου (~20-25 mmol-L, 460-575 mg-L), είναι χαμηλότερη από εκείνη που χάνεται συνήθως με τον ιδρώτα (Ranchordas et al., 2017 ; Baker et al., 2007) και θα πρέπει να θεωρείται συντηρητικός στόχος εξίσου. Όσο αναφορά τις μυϊκές κράμπες, φαίνεται ότι δεν υπάρχουν τεκμηριωμένα επιστημονικά στοιχεία για την σχέση νατρίου-EAMC. Η πιο βασική αιτία της πάθησης αυτής είναι η άσκηση σε υψηλότερη σχετική ένταση ή διάρκεια άσκησης σε σύγκριση με την κανονική προπόνηση με αποτέλεσμα την μυϊκή κόπωση (Navaro et al., 2020 ; Stone et al., 2003 ; Nelson & Churilla., 2016 ; Swash et al., 2018 ; Miller et al., 2010). Σήμερα πιστεύεται ότι η βέλτιστη προσέγγιση για την πρόληψη είναι η κατάλληλη προπόνηση στο επίπεδο έντασης που ο αγώνας απαιτεί (Hoffman., 2019). Εάν ένας αθλητής αντοχής εμφανίσει μυϊκές κράμπες κατά τη διάρκεια ενός αγώνα, τότε η διάταση του μυός μαζί με μια σύντομη ανάπαυση ή μείωση της έντασης, συχνά θα ελέγξει τις κράμπες (Hoffman., 2019). Συνεχίζοντας, με την υπέρταση υπάρχει μια μη γραμμική συσχέτιση της απέκκρισης νατρίου με την αρτηριακή πίεση, η οποία είναι πιο έντονη σε άτομα που ακολουθούν δίαιτες υψηλής περιεκτικότητας σε νάτριο, σε άτομα με υπέρταση και σε άτομα μεγαλύτερης ηλικίας (Mente et al., 2014). Η δίαιτα χωρίς πρόσθετο αλάτι, μειώνει σημαντικά τη συστολική και διαστολική αρτηριακή πίεση και έτσι πρέπει να συνιστάται σε κάθε υπερτασικό ασθενή (Kojuri & Rahimi., 2007). Δεν υπάρχουν σημαντικές διαφορές στη στρατηγική θεραπείας όσο και στη στρατηγική παρακολούθησης της υπέρτασης μεταξύ των αθλητών και του γενικότερου πληθυσμού (Schleich et al., 2016). Ο απώτερος στόχος είναι η επαρκής αντιμετώπιση της, για την ελαχιστοποίηση των μακροχρόνιων καρδιαγγειακών επιπλοκών, έχοντας παράλληλα ελάχιστες επιπτώσεις στην αθλητική απόδοση (Schleich et al., 2016). Ενώ η πρόσληψη νατρίου κατά τη διάρκεια ενός αγώνα μπορεί να μετριάσει την πτώση των συγκεντρώσεων νατρίου στο αίμα, δεν μπορεί να αποτρέψει την EAH στη ρύθμιση της υπερβολικής πρόσληψης υγρών (Associated Press., 2007). Η πρόσληψη νατρίου κατά τη διάρκεια της άσκησης δεν θα αποτρέψει

την EAH με την παρουσία υπέρ-ενυδάτωσης, αλλά η υπερβολική πρόσληψη νατρίου μπορεί στην πραγματικότητα να αυξήσει τον κίνδυνο εμφάνισης EAH (Hoffman & Myers, 2015a; Hoffman et al., 2015a) ή πνευμονικού οιδήματος (Luks, Robertson, & Swenson, 2007) (Hoffman et al., 2015 ; Hoffman & Myers., 2015 ; Twerenbold et al., 2003). Είναι η ποσότητα υγρού και όχι η ποσότητα νατρίου που καταναλώνεται κατά τη διάρκεια της άσκησης, που αυξάνει τις τελικές συγκεντρώσεις νατρίου στο αίμα. Τα αθλητικά ποτά που περιέχουν νάτριο, τα οποία είναι υποτονικά δεν θα αποτρέψουν τον EAH σε αθλητές που θα πίνουν υπερβολικά κατά τη διάρκεια της άσκησης (Hew-Butler et al., 2017).

Οι αθλητές θα πρέπει να εκπαιδεύονται ώστε να ανέχονται την κατανάλωση μεγαλύτερων ποσοτήτων νερού κατά τη διάρκεια της προπόνησης και να φροντίζουν να καταναλώνουν περισσότερα υγρά σε θερμότερα-υγρότερα περιβάλλοντα. Πέρα από τη διατροφή, το να δοθεί η ευκαιρία στη φυσιολογία του ατόμου να εγκλιματιστεί στο περιβάλλον άσκησης για 10-14 ημέρες μπορεί να συμβάλει στη βελτίωση της ανοχής στη θερμότητα και στην προώθηση της θερμορύθμισης. Οι αθλητικοί διατροφολόγοι, οι διαιτολόγοι και οι αθλητικοί προπονητές μπορούν να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο στην εκπαίδευση των αθλητών και των προπονητών σχετικά με τις σωστές μεθόδους ενυδάτωσης και την επίβλεψη της πρόσληψης υγρών κατά τη διάρκεια της προπόνησης και του αγώνα. Κατά τη διάρκεια της άσκησης, είναι δύσκολο να προβλεφθούν οι ανάγκες σε υγρά (όγκος και συχνότητα). Οι συχνές μετρήσεις του σωματικού βάρους (πριν από την άσκηση, κατά την άσκηση και μετά την άσκηση) μπορούν να βοηθήσουν στην εκτίμηση της απώλειας υγρών. Ο στόχος είναι να περιοριστεί η απώλεια βάρους στο 2% (Grozenski & Kiel 2020). Οι οδηγίες ενυδάτωσης συχνά συνιστούν την πρόσληψη νατρίου κατά τη διάρκεια της άσκησης (American College of Sports Medicine., 2007 ; American Dietetic Association., 2009 ; Casa et al., 2000 ; Casa et al., 2005 ; Thomas et al., 2016), αποτελώντας στόχο σε πολλά εμπορικά προϊόντα (όπως τα αθλητικά ποτά), όπως και περιλαμβάνεται στις διατροφικές οδηγίες για τον αθλητισμό (Thomas et al., 2016 ; Shirreffs & Sawka., 2011).

Έχει παρατηρηθεί ότι τα συμπληρώματα είναι κοινή πρακτική μεταξύ των αθλητών σε ορισμένους αγώνες υπέρ-αντοχής (Hoffman & Stuempfle., 2015 ; Hoffman & Stuempfle., 2014 ; Hoffman & Stuempfle., 2015 ; Winger et al., 2013). Συγκεκριμένα, κατά τη διάρκεια για τη διατήρηση της βέλτιστης ομοιόστασης των υγρών και την

πρόληψη της πτώσης της απόδοσης (Bailey., 2017 ; Radloff ., 2019). Όπως επίσης για την πρόληψη της μυϊκής κράμπας, της ναυτίας και της υπονατριαιμίας (McCubbin et al., 2019).

Η πρόσληψη νατρίου κατά τη διάρκεια της άσκησης θα οδηγήσει στη δίψα και μπορεί να βοηθήσει στην πρόληψη της απώλειας μάζας. Έχει αποδειχθεί ότι το συμπληρωματικό νάτριο δεν είναι απαραίτητο κατά τη διάρκεια παρατεταμένης άσκησης έως και 30 ώρες, ακόμη και υπό θερμές συνθήκες (Hoffman & Stuempfle., 2014 ; Hoffman & Stuempfle., 2016 ; Hoffman & Stuempfle., 2015). Παρόλο που είναι γνωστά τα πλεονεκτήματα από την συμπλήρωση νατρίου σε αθλήματα αντοχής όπως προαναφέρθηκε (Vrijens & Rehner., 1999 ; Anastasiou et al., 2009 ; Twerenbold et al., 2003), ο ρόλος των συμπληρωμάτων νατρίου στη μείωση του κινδύνου ΕΑΗ παραμένει αμφιλεγόμενος (Hoffman & Stuempfle., 2015). Συγκεκριμένα, συμμετείχαν 156 συμμετέχοντες σε έναν αγώνα δρόμου 161 χιλιομέτρων, όπου διαπιστώθηκε μια ασθενώς θετική σχέση μεταξύ της συμπληρωματικής χορήγησης νατρίου και των συγκεντρώσεων νατρίου στον ορό μετά τον αγώνα. Η συμπληρωματική χορήγηση νατρίου έχει ελάχιστη συμβολή στην πρόληψη της υπονατριαιμίας (Hoffman & Stuempfle., 2015).

Ωστόσο, οι περισσότερες μελέτες αποτυγχάνουν να καταδείξουν συσχετίσεις μεταξύ της πρόσληψης νατρίου και των μυϊκών κράμπων (Schwellnus et al., 2004) ή ότι τα συμπληρώματα προστατεύουν από την επίτευξη της υπονατριαιμίας (Hoffman et al., 2014 ; McCubbin et al., 2019 ; Speedy et al., 2002 ; Hew-Butler et al., 2006 ; Lipman et al., 2020 ; Hew-Butler et al., 2015 ; Meyer et al., 1995). Η κατανάλωση υγρών κατά τη διάρκεια της άσκησης συμβάλλει περισσότερο στην υπονατριαιμία από ότι η έλλειψη συμπληρώματος νατρίου (Hew-Butler et al., 2015). Υπάρχουν ελάχιστα στοιχεία που υποστηρίζουν το όφελος της απόδοσης από τη χορήγηση συμπληρώματος νατρίου στην άσκηση αντοχής ή στην κατάσταση τερματισμού (Currell & Jeukendrup ., 2008 ; Stuempfle et al., 2011). Μελέτες δεν διαπίστωσαν διαφορές στον χρόνο αγώνα τριάθλου μεταξύ εκείνων που έπαιρναν δισκία αλατιού έναντι εκείνων που δεν έπαιρναν ηλεκτρολύτες (Speedy et al., 2002 ; Hew-Butler et al., 2006 ; Del Coso et al., 2016). Κανένα όφελος από τις συγκεντρώσεις νατρίου στις αποστάσεις που διανύθηκαν σε 4 ώρες (Twerenbold et al., 2003), ή διαφορές στον χρόνο αγώνα σε τερματιστές υπερμαραθωνίου έναντι μικρών ομάδων δρομέων που δεν έπαιρναν ηλεκτρολύτες (Hoffman & Stuempfle., 2016).

Το νάτριο που καταναλώνεται κατά τη διάρκεια των γευμάτων θα πρέπει να είναι επαρκές για την αντικατάσταση των απωλειών κατά τη διάρκεια της συνήθους άσκησης (Casa et al., 2015). Επιπλέον, το νάτριο που προσλαμβάνεται με την τυπική αγωνιστική δίαιτα κατά τη διάρκεια μιας αθλήματος υπέρ-αντοχής, επιτρέπει την αποφυγή της εξάντλησης άλατος με την αφυδάτωση (Hoffman & Stuempfle., 2016 ; Hoffman & Stuempfle., 2015). Συνεπώς, η υπερβολική συμπληρωματική χορήγηση του θα πρέπει να αποφεύγεται κατά τη διάρκεια δραστηριοτήτων υπέρ-αντοχής (Hew-Butler et al., 2015) και δεν θα πρέπει να χρησιμοποιείται με σκοπό να αντικαταστήσει όλες τις απώλειες κατά τη διάρκεια της άσκησης. Εξάλλου, σημαντικό νάτριο υπάρχει και σε τρόφιμα ή υγρά όπως ποτά με ηλεκτρολύτες, αθλητικές μπάρες και τζέλ, αλμυρά σάντουιτς, πατατάκια, κουλούρια και σούπες (Costa et al., 2019).

Ως προς την κατανάλωση των εργογόνων βοηθημάτων, εξετάζεται συνήθως μόνο στο πλαίσιο των οξέων αλλαγών στην απόδοση και είναι λιγότερο γνωστό πώς επηρεάζουν τις προσαρμογές στην προπόνηση. Αυτά τα συμπληρώματα όπως το διτανθρακικό, έχουν τη δυνατότητα να τροποποιήσουν την προσαρμοστική απόκριση στην προπόνηση αντοχής (είτε θετικά είτε αρνητικά) επηρεάζοντας την οξεοβασική ισορροπία (Rothschild & Bishop., 2019).

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Δεν υπάρχουν τεκμηριωμένα επιστημονικά στοιχεία για την σχέση νατρίου και EAMC και χρήζει περαιτέρω διερεύνησης. Φαίνεται η κατάσταση αυτή να αποδίδεται σε μια περιφερική κόπωση νευρολογικής προέλευσης, που προκύπτει από μεγάλη σε διάρκεια και ένταση άσκησης. Όσον αφορά την υπέρταση, το νάτριο διαδραματίζει βασικό διατροφικό παράγοντα αντιμετώπισής της. Ωστόσο, μια περαιτέρω διερεύνηση για την διαφορετικότητα, ως προς την συνιστάμενη πρόσληψη του στους αθλητές, σε σχέση με τον γενικό πληθυσμό, θα ήταν απαραίτητη. Ως προς την υπονατριαιμία, το νάτριο μπορεί να μετριάσει την πτώση των συγκεντρώσεων νατρίου στο αίμα αλλά δεν μπορεί να την εξαλείψει. Η ΕΑΗ μπορεί να προληφθεί με την αποφυγή της υπέρ-υδάτωσης, τη διασφάλιση επαρκούς πρόσληψης νατρίου και την έμφαση τόσο στον ρυθμό εφίδρωσης και στην περιεκτικότητα νατρίου στον ιδρώτα, όσο και στην ένταση της άσκησης και των περιβαλλοντικών συνθηκών. Ωστόσο, είναι απαραίτητες οι εξατομικευμένες στρατηγικές αντικατάστασης υγρών, καθώς και νατρίου. Τα

συμπληρώματα νατρίου έχουν μια μικρή επίδραση στην απόδοση της άσκησης αλλά όχι σημαντική. Επίσης φάνηκε να έχει μικρή επίδραση στην υπονατριαιμία. Έτσι, θα πρέπει πρώτα να δίνεται έμφαση στα τρόφιμα που περιέχουν νάτριο και όχι απαραίτητα στην πρόσληψη συμπληρωμάτων νατρίου. Τέλος τα διτανθρακικά, έχουν πληθώρα πλεονεκτημάτων, ωστόσο θα πρέπει να καταναλώνονται σε συγκεκριμένες ποσότητες και πιο συγκεκριμένα 0,3 gr/kg για την αποφυγή της γαστρεντερικής δυσφορίας.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΕΣ

- Aburto, N.J., Ziolkovska, A., Hooper, L., Elliott, P., Cappuccio, F.P. and Meerpohl, J.J. (2013). Effect of lower sodium intake on health: systematic review and meta-analyses. *British Medical Journal*, 346, 1326-1346.
- Adams, J.D., Sekiguchi, Y., Suh, H.G., Seal, A.D., Sprong, C.A., Kirkland, T.W. and Kavouras, S.A. (2018). Dehydration Impairs Cycling Performance, Independently of Thirst: A Blinded Study. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 50(8), 1697–1703.
- Adams, W.C., Fox, R.H. and Fry, A.J. (1975). Thermoregulation during marathon running in cool, moderate, and hot environments. *Journal of Applied Physiology*, 38(6), 1030– 37.
- Adams, A. L., Li, B. H., Bhandari, S., Kamat, S., Sundar, S., Krasa, H. and Sim, J. J. (2019). Chronic hyponatremia and association with osteoporosis among a large racially ethnically diverse population. *Osteoporosis International*, 30(4), 852 -861.
- Afshinnia, F., Sundaram, B., Ackermann, R.J. and Wong, K.K. (2015). Hyponatremia and osteoporosis: reappraisal of a novel association. *Osteoporosis International*, 26(9), 2291–229.
- Alderman, M.H. (2010). Reducing dietary sodium. *JAMA*, 303(5), 448–9.
- Almond, C.S., Shin, A.Y., Fortescue, E.B., Mannix, R.C., Wypij, D., Binstadt, B.A., Duncan, C.N., Olson, D.P., Salerno, A.E., and Newburger, J.W. (2005). Hyponatremia among runners in the boston marathon. *New England Journal of Medicine*, 352(15), 1550–1556.
- Al-Otaibi, M.M. and Wilbey, R.A. (2006). Effect of chymosin reduction and salt substitution on the properties of white salted cheese. *International Dairy Journal*, 16, 903-909.

- American College of Sports Medicine. (1996). Position stand on exercise and fluid replacement. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 28(1), i–vii.
- American College of Sports Medicine Position Stand. (2007). Exercise and Fluid Replacement. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39(2), 377–390.
- American Dietetic Association., Dietitians of Canada., American College of Sports Medicine. and Rodriguez N.R. (2009). American College of Sports Medicine position stand. Nutrition and athletic performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 41(3), 709–731.
- Anastasiou, C.A., Kavouras, S.A., Arnaoutis, G., Gioxari, A., Kollia, M., Botoula, E. and Sidossis, L.S. (2009). Sodium replacement and plasma sodium drop during exercise in the heat when fluid intake matches fluid loss. *Journal of Athletic Training*, 44(2), 117–123.
- Mente, A., O'Donnell, M. J., Rangarajan, S., McQueen, M. J., Poirier, P., Wielgosz, A., ... Yusuf, S. (2014). Association of Urinary Sodium and Potassium Excretion with Blood Pressure. *New England Journal of Medicine*, 371(7), 601–611.
- Angadi, S. S., Mookadam, F., Lee, C. D., Tucker, W. J., Haykowsky, M. J., and Gaesser, G. A. (2015). High-intensity interval training vs. moderate-intensity continuous exercise training in heart failure with preserved ejection fraction: a pilot study. *Journal of Applied Physiology*, 119(6), 753–758.
- Appel, L. J., Brands, M. W., Daniels, S. R., Karanja, N., Elmer, P. J., and Sacks, F. M. (2006). Dietary Approaches to Prevent and Treat Hypertension: A Scientific Statement from the American Heart Association. *Hypertension*, 47(2), 296–308.
- Applegate, E. A. (1991). Nutritional Considerations for Ultraendurance Performance. *International Journal of Sport Nutrition*, 1(2), 118–126.
- Armstrong, L. E., Lee, E. C., Casa, D. J., Johnson, E. C., Ganio, M. S., McDermott, B. P., Williamson, K. H., et al. (2017). Exertional Hyponatremia and Serum Sodium Change During Ultraendurance Cycling. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 27(2), 139–147.
- Armstrong, L. E., Casa, D. J., Millard-Stafford, M., Moran, D. S., Pyne, S. W., Roberts, W. O. and American College of Sports Medicine. (2007). American College of Sports Medicine position stand. Exertional heat illness during training and competition. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(3), 556–572.
- Artoli GG, Franchini E, Solis MY, Tritto AC, Lancha AH., Jr. (2013). Nutrition and enhanced sports performance. New York: Academic; Nutrition in combat sports.
- Karpinos, A. R., Roumie, C. L., Nian, H., Diamond, A. B., and Rothman, R. L. (2013). High Prevalence of Hypertension Among Collegiate Football Athletes. *Circulation: Cardiovascular Quality and Outcomes*, 6(6), 716–723.

- Associated Press. (2007). Woman Dies after Water Drinking Contest. NBCnews.com. Available from: http://www.nbcnews.com/id/16614865/ns/us_news-life/t/woman-dies-after-water-drinking-contest.
- Robinson, A. T., Edwards, D. G., and Farquhar, W. B. (2019). The Influence of Dietary Salt Beyond Blood Pressure. *Current Hypertension Reports*, 21(6).
- Ayus, J. C., Varon, J., & Arieff, A. I. (2000). Hyponatremia, Cerebral Edema, and Noncardiogenic Pulmonary Edema in Marathon Runners. *Annals of Internal Medicine*, 132(9), 711.
- Bachle, L., Eckerson, J., Albertson, L., Ebersole, K., Goodwin, J. and Petzel, D. (2001). The effect of fluid replacement on endurance performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15(2), 217–224.
- Bailey E. (2017). Electrolytes: performance perks and real food sources NASM.org [cited 2017 January 19]. Available from: <https://blog.nasm.org/fitness/electrolytes-performance-perks-and-real-food-sources>.
- Bain, A. R., Lesperance, N. C., and Jay, O. (2012). Body heat storage during physical activity is lower with hot fluid ingestion under conditions that permit full evaporation. *Acta Physiologica*, 206(2), 98–108.
- Baker, L. B., and Jeukendrup, A. E. (2014). Optimal Composition of Fluid-Replacement Beverages. *Comprehensive Physiology*, 4(2), 575–620.
- Baker, L. B., Ungaro, C. T., Barnes, K. A., Nuccio, R. P., Reimel, A. J., and Stofan, J. R. (2014). Validity and reliability of a field technique for sweat Na⁺ and K⁺ analysis during exercise in a hot-humid environment. *Physiological Reports*, 2(5), e12007.
- Baker, L.B., Barnes, K.A., Anderson, M.L., Passe, D.H., and Stofan, J.R. (2016). Normative data for regional sweat sodium concentration and whole-body sweating rate in athletes. *Journal Sports Science*, 34(4), 358–368.
- Bardis, C.N., Kavouras, S.A., Kosti, L., Markousi, M., Sidossis, L.S. (2013). Mild hypohydration decreases cycling performance in the heat. *Medicine and Science of Sports and Exercise*, 45(9), 1782–9.
- Barr S.I., Costill, D.L. and Fink, W.J. (1991). Fluid replacement during prolonged exercise: effects of water, saline, or no fluid. *Medicine and Science of Sports and Exercise*, 23(7), 811–817.
- Baylis, P. H., and Zerbe, R. L. (1981). Arginine Vasopressin Response to Insulin-Induced Hypoglycemia in Man*. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 53(5), 935–940

- Bedford, J.L. and Barr, S.I. (2011). Higher urinary sodium, a proxy for intake, is associated with increased calcium excretion and lower hip bone density in healthy young women with lower calcium intakes. *Nutrients*, 3(11), 951–961.
- Beevers, D. G., Lip, G. Y., and Blann, A. D. (2004). Salt intake and Helicobacter pylori infection. *Journal of Hypertension*, 22(8), 1475–1477.
- Belval, L. N., Hosokawa, Y., Casa, D. J., Adams, W. M., Armstrong, L. E., Baker, L. B. and Wingo, J. (2019). Practical Hydration Solutions for Sports. *Nutrients*, 11(7), 1550.
- Bennett, B. L., Hew-Butler, T., Hoffman, M. D., Rogers, I. R., and Rosner, M. H. (2014). Wilderness Medical Society Practice Guidelines for Treatment of Exercise-Associated Hyponatremia: 2014 Update. *Wilderness & Environmental Medicine*, 25(4), 30–42.
- Bennett, B. L., Hew-Butler, T., Rosner, M. H., Myers, T., and Lipman, G. S. (2020). Wilderness Medical Society Clinical Practice Guidelines for the Management of Exercise-Associated Hyponatremia: 2019 Update. *Wilderness & Environmental Medicine*, 31(1), 50-62.
- Berge, H. M., Isern, C. B., and Berge, E. (2015). Blood pressure and hypertension in athletes: a systematic review. *British Journal of Sports Medicine*, 49(11), 716–723.
- Bergeron, M. F. (1996). Heat Cramps during Tennis: A Case Report. *International Journal of Sport Nutrition*, 6(1), 62–68.
- Bergeron, M.F., Armstrong, L.E. and Maresh CM. (1995). Fluid and electrolyte losses during tennis in the heat. *Clinics in Sports Medicine*, 14(1), 23–32.
- Bergeron, M. F., Maresh, C. M., Armstrong, L. E., Signorile, J. F., Castellani, J. W., Kenefick, R. W., Riebe, D. A., et al. (1995). Fluid-Electrolyte Balance Associated with Tennis Match Play in a Hot Environment. *International Journal of Sport Nutrition*, 5(3), 180–193.
- Bergeron M.F. (1996). Heat cramps during tennis: a case report. *International Journal of Sport Nutrition*, 6(1), 62– 68
- Bergeron M.F. (2003). Heat cramps: fluid and electrolyte challenges during tennis in the heat. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 6(1), 19—27.
- Bergeron, M. F. (2007). Exertional Heat Cramps: Recovery and Return to Play. *Journal of Sport Rehabilitation*, 16(3), 190–196.
- Bergeron, M.F. (2008). Muscle cramps during exercise—is it fatigue or electrolyte deficit? *Journal of Sport Rehabilitation*, 7(4).
- Bergeron, M.F. (2000). Sodium: the forgotten nutrient. *Sports Science Exchange*, 13, 1–4.

- Bonjour, J.P., Guéguen, L., Palacios, C., Shearer, M. J., Weaver, C. M. (2009). Minerals and vitamins in bone health: the potential value of dietary enhancement. *British Journal of Nutrition*, 101(11), 1581.
- Bouchama, A. and Knochel, J.P. (2002). Heat stroke. *New England Journal of Medicine*, 346(25), 1978–88.
- Boulant, J.A. (1981). Hypothalamic mechanisms in thermoregulation. *Federation Proceedings*, 40(14), 2843–2850.
- Braam, B., Huang, X., Cupples, W. A., and Hamza, S. M. (2017). Understanding the Two Faces of Low-Salt Intake. *Current Hypertension Reports*, 19(6).
- Brandsma, I. (2006). Reducing sodium: A European perspective. *Food Technology*, 60, 25-9.
- Braulick, K. W., Miller, K. C., Albrecht, J. M., Tucker, J. M., and Deal, J. E. (2012). Significant and serious dehydration does not affect skeletal muscle cramp threshold frequency. *British Journal of Sports Medicine*, 47(11), 710–714.
- Bray, G. A., Vollmer, W. M., Sacks, F. M., Obarzanek, E., Svetkey, L. P., and Appel, L. J. (2004). A further subgroup analysis of the effects of the DASH diet and three dietary sodium levels on blood pressure: results of the DASH-Sodium Trial. *The American Journal of Cardiology*, 94(2), 222–227.
- Bridges, E., Altherwi, T., Correa, J.A., and Hew-Butler, T. (2020). Oral Hypertonic Saline Is Effective in Reversing Acute Mild-to-Moderate Symptomatic Exercise-Associated Hyponatremia. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 30(1), 8-13.
- Brouns F, Kovacs EM, Senden JM. (1998). The effect of different rehydration drinks on post- exercise electrolyte excretion in trained athletes. *International Journal of Sports Medicine*, 19(1), 56–60.
- Bruso, J. R., Hoffman, M. D., Rogers, I. R., Lee, L., Towle, G., and Hew-Butler, T. (2010). Rhabdomyolysis and Hyponatremia: A Cluster of Five Cases at the 161-km 2009 Western States Endurance Run. *Wilderness & Environmental Medicine*, 21(4), 303–308.
- Buck, E., Miles R. and Schroeder, J.D. (2021). Exercise-Associated Hyponatremia. StatPearls Publishing, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK572128>.
- Buono, M. J., Ball, K. D., and Kolkhorst, F. W. (2007). Sodium ion concentration vs. sweat rate relationship in humans. *Journal of Applied Physiology*, 103(3), 990–994.
- Bürge, J., Knechtle, B., Knechtle, P., Gnädinger, M., Rüst, A., & Rosemann, T. (2011). Maintained Serum Sodium in Male Ultra-Marathoners – The Role of Fluid Intake, Vasopressin, and Aldosterone in Fluid and Electrolyte Regulation. *Hormone and Metabolic Research*, 43(09), 646–652.

- Burke, L. (1993). Fluid and food intake during training and competition: state of the art review. Canberra: Australian Sports Commission.
- Nutrition and Athletic Performance. (2016). *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 48(3), 543–568.
- Burke, L.M. (1997). Nutrition for post-exercise recovery. *Australian Journal of science and medicine in sport*, 29(1), 3–10.
- Burke, L. M. (2019). Hydration in Sport and Exercise. *Heat Stress in Sport and Exercise*, 113–137.
- Byrne, C., Owen, C., Cosnefroy, A., and Lee, J. K. W. (2011). Self-Paced Exercise Performance in the Heat After Pre-Exercise Cold-Fluid Ingestion. *Journal of Athletic Training*, 46(6), 592–599.
- Cairns, R. S., and Hew-Butler, T. (2015). Incidence of Exercise-Associated Hyponatremia and Its Association With Nonosmotic Stimuli of Arginine Vasopressin in the GNW100s Ultra-endurance Marathon. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 25(4), 347–354.
- Carr, A.J., Slater, G.J., Gore, C.J., Dawson, B. and Burke, L.M. (2011). Effect of sodium bicarbonate on [HCO₃⁻], pH, and gastrointestinal symptoms. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 21(3), 189–194.
- Casa, D.J., Armstrong, L.E., Hillman, S.K., Montain, S.J., Reiff, R.V., Rich, B.S.E., Roberts, W.O. and Stone, J.A. (2000). National Athletic Trainers' Association Position Statement. Fluid replacement for athletes. *Journal of Athletic Training*, 35(2), 212–224.
- Casa, D. J., Clarkson, P. M., and Roberts, W. O. (2005). American College of Sports Medicine Roundtable on Hydration and Physical Activity. *Current Sports Medicine Reports*, 4(3), 115–127.
- Casa, D. J., DeMartini, J. K., Bergeron, M. F., Csillan, D., Eichner, E. R., Lopez, R. M. and Yeargin, S. W. (2015). National Athletic Trainers' Association Position Statement: Exertional Heat Illnesses. *Journal of Athletic Training*, 50(9), 986–1000.
- Casa, D.J. (1999). Exercise in the heat. II. Critical concepts in rehydration, exertional heat illnesses, and maximizing athletic performance. *Journal of Athletic Training*, 34(3), 253–62.
- Castenmiller, J. J. M., Mensink, R. P., van der Heijden, L., Kouwenhoven, T., Hautvast, J. G. A. J., de Leeuw, P. W., and Schaafsma, G. (1985). The effect of dietary sodium on urinary calcium and potassium excretion in normotensive men with different calcium intakes. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 41(1), 52–60.
- Cheema, B. S., Davies, T. B., Stewart, M., Papalia, S., & Atlantis, E. (2015). The feasibility and effectiveness of high-intensity boxing training versus moderate-

- intensity brisk walking in adults with abdominal obesity: a pilot study. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 7(1).
- Cheuvront, S. N., Carter, R., Castellani, J. W., and Sawka, M. N. (2005). Hypohydration impairs endurance exercise performance in temperate but not cold air. *Journal of Applied Physiology*, 99(5), 1972–1976.
- Cheuvront, S. N., Kenefick, R. W., Montain, S. J., and Sawka, M. N. (2010). Mechanisms of aerobic performance impairment with heat stress and dehydration. *Journal of Applied Physiology*, 109(6), 1989–1995.
- Cheuvront, S. N., and Kenefick, R. W. (2014). Dehydration: Physiology, Assessment, and Performance Effects. *Comprehensive Physiology*, 4(1), 257–285.
- Cheuvront, S. N., Montain, S. J., Goodman, D. A., Blanchard, L., and Sawka, M. N. (2007). Evaluation of the limits to accurate sweat loss prediction during prolonged exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 101(2), 215–224.
- Cheuvront, S. N., Ely, B. R., Kenefick, R. W., and Sawka, M. N. (2010). Biological variation and diagnostic accuracy of dehydration assessment markers. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 92(3), 565–573.
- Cheuvront, S., Carter, R., and Sawka, M.N. (2003). Fluid balance and endurance exercise performance. *Current Sports Medicine Reports*, 2(4), 202–208.
- Cheuvront, S. N., and Kenefick, R. W. (2017). CORP: Improving the status quo for measuring whole body sweat losses. *Journal of Applied Physiology*, 123(3), 632–636.
- Chlíbková, D., Rosemann, T., Posch, L., Matoušek, R. and Knechtle B. (2016). Pre- and post-race hydration status in hyponatremic and non-hyponatremic ultra-endurance athletes. *Clinical Journal of Physiology*, 59(3), 173–183.
- Lavoué, C., Siracusa, J., Chalchat, É., Bourrilhon, C., and Charlot, K. (2020). Analysis of food and fluid intake in elite ultra-endurance runners during a 24-h world championship. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 17(1).
- Chorley, J., Cianca, J. and Divine J. (2007). Risk Factors for Exercise-Associated Hyponatremia in Non-Elite Marathon Runners. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 17(6), 471–477.
- Clapp, A. J., Bishop, P. A., Smith, J. F., and Mansfield, E. R. (2000). Effects of Carbohydrate-Electrolyte Content of Beverages on Voluntary Hydration in a Simulated Industrial Environment. *AIHAJ - American Industrial Hygiene Association*, 61(5), 692–699.
- Convertino, V.A., Armstrong, L.E., Coyle, E.F., et al. (1996). American College of Sports Medicine position stand. Exercise and fluid replacement. *Medicine and Science of Sports and Exercise*, 28(1), 1–7.

- Cooper, E., Ferrara, M. and Broglio, S. (2006). Exertional heat illness and environmental conditions during a single football season in the southeast. *Journal of Athletic Training*, 41(3), 332-336.
- Cornelissen, V. A., and Fagard, R. H. (2005). Effect of resistance training on resting blood pressure: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of Hypertension*, 23(2), 251–259.
- Cosgrove, S. D., and Black, K. E. (2013). Sodium supplementation has no effect on endurance performance during a cycling time-trial in cool conditions: a randomised cross-over trial. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 10(1), 30.
- Coso, J. D., Estevez, E., Baquero, R. A., and Mora-Rodriguez, R. (2008). Anaerobic performance when rehydrating with water or commercially available sports drinks during prolonged exercise in the heat. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 33(2), 290–298.
- Costa, E. C., Hay, J. L., Kehler, D. S., Boreskie, K. F., Arora, R. C., Umpierre, D., and Duhamel, T. A. (2018). Effects of High-Intensity Interval Training Versus Moderate-Intensity Continuous Training On Blood Pressure in Adults with Pre- to Established Hypertension: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Trials. *Sports Medicine*, 48(9), 2127–2142.
- Costa, R. J. S., Knechtle, B., Tarnopolsky, M., & Hoffman, M. D. (2019). Nutrition for Ultramarathon Running: Trail, Track, and Road. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 29(2), 130 - 140.
- Costa, R. J. S., Camoes-Costa, V., Snipe, R. M. J., Dixon, D., Russo, I., & Huschtscha, Z. (2019). The impact of exercise-induced hypohydration on gastrointestinal integrity, function, symptoms, and systemic endotoxin and inflammatory profile. *Journal of Applied Physiology*, 126(5), 1281 – 1291.
- Costill, D. L. (1977). SWEATING: ITS COMPOSITION AND EFFECTS ON BODY FLUIDS. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 301(1 The Marathon), 160–174.
- Costill, D. L., and Sparks, K. E. (1973). Rapid fluid replacement following thermal dehydration. *Journal of Applied Physiology*, 34(3), 299–303.
- Coughlan, T., and Dockery, F. (2014). Osteoporosis and fracture risk in older people. *Clinical Medicine*, 14(2), 187–191.
- Coyle, E.F. (1991). Timing and method of increased carbohydrate intake to cope with heavy training, competition, and recovery. *Journal of Sports Science*, 9, 29-52
- Coyle, E. F. (2004). Fluid and fuel intake during exercise. *Journal of Sports Sciences*, 22(1), 39–55.

- Crew, K. D., and Neugut, A. I. (2006). Epidemiology of gastric cancer. *World Journal of Gastroenterology*, 12(3), 354.
- Criswell, D., Renshler, K., Powers, S. K., Tulley, R., and Cicale, M. (1992). Fluid replacement beverages and maintenance of plasma volume during exercise: role of aldosterone and vasopressin. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 65(5), 445–451.
- Currell, K., and Jeukendrup, A. E. (2008). Superior Endurance Performance with Ingestion of Multiple Transportable Carbohydrates. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 40(2), 275–281.
- D’Elia, L., Galletti, F., and Strazzullo, P. (2013). Dietary Salt Intake and Risk of Gastric Cancer. *Cancer Treatment and Research*, 159, 83–95.
- Danaher, J., Gerber, T., Wellard, R. M., and Stathis, C. G. (2014). The effect of β -alanine and NaHCO_3 co-ingestion on buffering capacity and exercise performance with high-intensity exercise in healthy males. *European Journal of Applied Physiology*, 114(8), 1715–1724.
- Danz, M., Pöttgen, K., Tönjes, P. M., Hinkelbein, J., and Braunecker, S. (2016). Hyponatremia among Triathletes in the Ironman European Championship. *New England Journal of Medicine*, 374(10), 997–998.
- Davis, D. P., Videen, J. S., Marino, A., Vilke, G. M., Dunford, J. V., Van Camp, S. P., and Maharam, L. G. (2001). Exercise-associated hyponatremia in marathon runners: a two-year experience. *The Journal of Emergency Medicine*, 21(1), 47–57.
- Davy, B. M., Halliday, T. M., and Davy, K. P. (2015). Sodium Intake and Blood Pressure: New Controversies, New Labels . . . New Guidelines? *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 115(2), 200–204.
- Koster, E. D., Buset, M., Fernandes, E., and Deltenre, M. (1994). *Helicobacter pylori*: the link with gastric cancer. *European Journal of Cancer Prevention*, 3(3), 247–258.
- Del Coso, J., González-Millán, C., Salinero, J. J., Abián-Vicén, J., Areces, F., Lledó, M. and Ruiz-Vicente, D. (2015). Effects of oral salt supplementation on physical performance during a half-ironman: A randomized controlled trial. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 26(2), 156–164.
- Dickhuth, H., Rocker, K., Niess, A., Horstmann, T., Mayer, F. and Striegel H. (2002). Exercise-induced, persistent and generalized muscle cramps: a case report. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 42(1), 92—94.
- Dickinson, H. O., Mason, J. M., Nicolson, D. J., Campbell, F., Beyer, F. R., Cook, J. V. and Ford, G. A. (2006). Lifestyle interventions to reduce raised blood pressure: a systematic review of randomized controlled trials. *Journal of Hypertension*, 24(2), 215–233.

- Dineen, R., Thompson, C. J., and Sherlock, M. (2017). Hyponatraemia – presentations and management. *Clinical Medicine*, 17(3), 263–269.
- DiNicolantonio, J. J., Niaz, A. K., Sada, R., O’ Keefe, J. H., Lucan, S. C., and Lavie, C. J. (2013). Dietary Sodium Restriction: Take It with a Grain of Salt. *The American Journal of Medicine*, 126(11), 951–955.
- Domínguez R., Mata-Ordoñez F. and Sánchez-Oliver A.J. (2017). *Nutrición Deportiva Aplicada: Guía para Optimizar el Rendimiento*. ICB Editores; Málaga, España: [Google Scholar]
- Dorner, T. E., Genser, D., Krejs, G., Slany, J., Watschinger, B., Ekmekcioglu, C., and Rieder, A. (2012). Hypertonie und Ernährung. *Herz*, 38(2), 153–162.
- Draper, S.B., Mori, K.J., Lloyd-Owen, S. and Noakes, K. (2009). Overdrinking-induced hypo-natraemia in the 2007 London Marathon. *BMJ Case Reports*.
- Drüeke, T. B. (2016). Salt and health: time to revisit the recommendations. *Kidney International*, 89(2), 259–260.
- Dugas, J. P. (2005). Hyponatraemic encephalopathy despite a modest rate of fluid intake during a 109 km cycle race * Commentary. *British Journal of Sports Medicine*, 39(10), e38–e38.
- Durack, E., Alonso-Gomez, M., and Wilkinson, M. (2008). Salt: A Review of its Role in Food Science and Public Health. *Current Nutrition & Food Science*, 4(4), 290–297.
- Durkalec-Michalski, K., Zawieja, E. E., Podgórski, T., Łoniewski, I., Zawieja, B. E., Warzybok, M., and Jeszka, J. (2018). The effect of chronic progressive-dose sodium bicarbonate ingestion on CrossFit-like performance: A double-blind, randomized cross-over trial. *PLOS ONE*, 13(5), e0197480.
- Von Duvillard, S. P., Braun, W. A., Markofski, M., Beneke, R., and Leithäuser, R. (2004). Fluids and hydration in prolonged endurance performance. *Nutrition*, 20(7-8), 651–656.
- Ebert, T. R., Martin, D. T., Bullock, N., Mujika, I., Quod, M. J., Farthing, L. A. and Withers, R. T. (2007). Influence of Hydration Status on Thermoregulation and Cycling Hill Climbing. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39(2), 323–329.
- Edge, J., Bishop, D., and Goodman, C. (2006). Effects of chronic NaHCO₃ ingestion during interval training on changes to muscle buffer capacity, metabolism, and short-term endurance performance. *Journal of Applied Physiology*, 101(3), 918–925.
- Edouard, P. (2014). Exercise associated muscle cramps: discussion on causes, prevention and treatment. *Science Sports*, 29, 299–305.
- EFSA Panel on Dietetic Products Nutrition and Allergies (NDA). (2010). Scientific opinion on dietary reference values for water. *EFSA Journal*, 8(3), 1459.

- Egger, F., Meyer, T., Such, U., & Hecksteden, A. (2014). Effects of Sodium Bicarbonate on High-Intensity Endurance Performance in Cyclists: A Double-Blind, Randomized Cross-Over Trial. *PLoS ONE*, 9(12), e114729.
- Eichner E. (1999). Heat cramps: salt is simplest, most effective antidote. *Sportsmed Dig*, 21, 88.
- Eichner ER, Laird D, Hiller D, et al. (1993). Hyponatremia in sport: symptoms and prevention. *Sports Science Exchange. Roundtable. Gatorade Sports Science Institute*, 4, 1–4.
- Eichner, E. R. (2007). The Role of Sodium in ???Heat Cramping??? *Sports Medicine*, 37(4), 368–370.
- Eichner, E. R. (2008). Heat Cramps in Sports. *Current Sports Medicine Reports*, 7(4), 178–179.
- Ekmekcioglu, C., Blasche, G., and Dorner, T. E. (2013). Too Much Salt and How We Can Get Rid of It. *Forschende Komplementärmedizin / Research in Complementary Medicine*, 20(6), 454–460.
- Elmadfa I, Leitzmann C (2015). *Ernährung des Menschen*. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Elsaesser, T. F., Pang, P. S., Malik, S., and Chiampas, G. T. (2013). Large-Volume Hypertonic Saline Therapy in Endurance Athlete with Exercise-Associated Hyponatremic Encephalopathy. *The Journal of Emergency Medicine*, 44(6), 1132–1135.
- Esteva-Font, C., Ballarin, J., and Fernández-Llama, P. (2011). Molecular biology of water and salt regulation in the kidney. *Cellular and Molecular Life Sciences*, 69(5), 683–695.
- Fagard, R. H., Bjørnstad, H. H., Børjesson, M., Carré, F., Deligiannis, A., and Vanhees, L. (2005). ESC Study Group of Sports Cardiology Recommendations for participation in leisure-time physical activities and competitive sports for patients with hypertension. *European Journal of Cardiovascular Prevention & Rehabilitation*, 12(4), 326–331.
- Fagard, R.H (2007). Athletes with Systemic Hypertension. *Cardiology Clinics*, 25(3), 441-448.
- Fallowfield, J.L., Williams, C., Booth, J., Choo, B.H. and Growns, S. (1996). Effect of water ingestion on endurance capacity during prolonged running. *Journal of Sports Sciences*, 14, 497–502.
- Farquhar, W. B., Edwards, D. G., Jurkowitz, C. T., & Weintraub, W. S. (2015). Dietary Sodium and Health. *Journal of the American College of Cardiology*, 65(10), 1042–1050.
- Ferreira, LHB., Smolarek, AC., Chilibeck, PD., Barros, MP., McAnulty, SR., Schoenfeld, B., Zandona, B.A. and Souza-Junior, T. (2019). High doses of sodium bicarbonate

- increase lactate levels and delay exhaustion in a cycling performance test. *Nutrition*, 60, 94–9.
- Flack, J. M., and Adekola, B. (2019). Blood Pressure and the New ACC/AHA Hypertension Guidelines. *Trends in Cardiovascular Medicine*, 30(3), 160 – 164.
- Fodor, J.G., Whitmore, B., Leenen, F. and Larochelle, P. (1999). Lifestyle modifications to prevent and control hypertension. 5Recommendations on dietary salt. Canadian Hypertension Society, Canadian Coalition for High Blood Pressure Prevention and Control, Laboratory Centre for Disease Control at Health Canada, Heart and Stroke Foundation of Canada. *Canadian Medical Association Journal*, 160(9), 29-34.
- Forbes, S.C., Candow, D.G., Smith-Ryan, A.E., Hirsch, K.R., Roberts, M.D., Van Dusseldorp, T.A., Stratton, M.T., Kaviani, M. and Little, J.P. (2020). Supplements and nutritional interventions to augment high-intensity interval training physiological and performance adaptations-a narrative review. *Nutrients*, 12(2), 390.
- Forman, D., and Burley, V. J. (2006). Gastric cancer: global pattern of the disease and an overview of environmental risk factors. *Best Practice & Research Clinical Gastroenterology*, 20(4), 633–649.
- Fox, J.G., Dangler, C.A., Taylor, N.S., King, A., Koh, T.J. and Wang, T.C. (1999). High-salt diet induces gastric epithelial hyperplasia and parietal cell loss, and enhances *Helicobacter pylori* colonization in C57BL/6 mice. *Cancer Research*, 59(19), 4823 - 4828
- Freis, T., Hecksteden, A., Such, U., and Meyer, T. (2017). Effect of sodium bicarbonate on prolonged running performance: A randomized, double-blind, cross-over study. *PLOS ONE*, 12(8), e0182158.
- Frisoli, T. M., Schmieder, R. E., Grodzicki, T., & Messerli, F. H. (2012). Salt and Hypertension: Is Salt Dietary Reduction Worth the Effort? *The American Journal of Medicine*, 125(5), 433–439.
- Frohnauer A., Schwanke M., Kulow W., Kohler G., Knechtle B. (2008). Vitamins, minerals and race performance in ultra-endurance triathletes—Triple iron triathlon lensahn 2006. *Journal of Nutrition and Health*, (7), 283–286.
- FSAI. (2003). Salt and Health: Review of the Scientific Evidence and Recommendations for Public Policy in Ireland. Food Safety Authority of Ireland.

- Fu, T., Wang, C.-H., Lin, P.-S., Hsu, C.-C., Cherng, W.-J., Huang, S.-C. and Wang, J.-S. (2013). Aerobic interval training improves oxygen uptake efficiency by enhancing cerebral and muscular hemodynamics in patients with heart failure. *International Journal of Cardiology*, 167(1), 41–50.
- Furihata, C., Ohta, H., and Katsuyama, T. (1996). Cause and effect between concentration-dependent tissue damage and temporary cell proliferation in rat stomach mucosa by NaCl, a stomach tumor promoter. *Carcinogenesis*, 17(3), 401–406.
- Fusch, C., Gfrorer, W., Koch, C., Thomas, A., Grunert, A., and Moeller, H. (1996). Water turnover and body composition during long-term exposure to high altitude (4,900-7,600 m). *Journal of Applied Physiology*, 80(4), 1118–1125.
- Galloway, S.D. and Maughan, R.J. (1997). Effects of ambient temperature on the capacity to perform prolonged cycle exercise in man. *Medical and Science of Sports and Exercise*, 29(9) 1240–1249.
- Ganio, M. S., Armstrong, L. E., and Kavouras, S. A. (2018). Hydration. *Sport and Physical Activity in the Heat*, 83–100.
- Garg, R., Williams, G. H., Hurwitz, S., Brown, N. J., Hopkins, P. N., and Adler, G. K. (2011). Low-salt diet increases insulin resistance in healthy subjects. *Metabolism*, 60(7), 965–968.
- Garth, A. K., and Burke, L. M. (2013). What Do Athletes Drink During Competitive Sporting Activities? *Sports Medicine*, 43(7), 539–564.
- Geerling, J. C., and Loewy, A. D. (2008). Central regulation of sodium appetite. *Experimental Physiology*, 93(2), 177–209.
- Getzin, A. R., Milner, C., and LaFace, K. M. (2011). Nutrition Update for the Ultraendurance Athlete. *Current Sports Medicine Reports*, 10(6), 330–339.
- Gibney MJ, Vorster HH, Kok FJ (2009). *Introduction to human nutrition*. Wiley-Blackwell, West Sussex.
- Giuriato, G., Pedrinolla, A., Schena, F., and Venturelli, M. (2018). Muscle cramps: A comparison of the two-leading hypothesis. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 41, 89–95.
- Glance, B., Murphy, C., and McHugh, M. (2002). Food and Fluid Intake and Disturbances in Gastrointestinal and Mental Function during an Ultramarathon. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 12(4), 414–427.
- Gleeson M. (1998). Temperature regulation during exercise. *International Journal of Sports Medicine*, 19, 96–99.

- González-Alonso, J., Calbet, J. A. L., and Nielsen, B. (1998). Muscle blood flow is reduced with dehydration during prolonged exercise in humans. *The Journal of Physiology*, 513(3), 895–905.
- González, C. A., Jakszyn, P., Pera, G., Agudo, A., Bingham, S., Palli, D. and Riboli, E. (2006). Meat Intake and Risk of Stomach and Esophageal Adenocarcinoma Within the European Prospective Investigation Into Cancer and Nutrition (EPIC). *JNCI: Journal of the National Cancer Institute*, 98(5), 345–354.
- Gonzalez, R.R., Cheuvront, S.N., Montain, S.J., Goodman, D.A., Blanchard, L.A., Berglund, L.G., et al. (2009). Expanded prediction equations of human sweat loss and water needs. *Journal of Applied Physiology*, 107(2), 379–88.
- Gonzalez, R. R., Cheuvront, S. N., Ely, B. R., Moran, D. S., Hadid, A., Endrusick, T. L. and Sawka, M. N. (2012). Sweat rate prediction equations for outdoor exercise with transient solar radiation. *Journal of Applied Physiology*, 112(8), 1300–1310.
- Gonzalez, R. R., Kenefick, R. W., Muza, S. R., Hamilton, S. W. and Sawka, M. N. (2013). Sweat rate and prediction validation during high-altitude treks on Mount Kilimanjaro. *Journal of Applied Physiology*, 114(4), 436–443.
- Gonzalez, R. R., Kenefick, R. W., Muza, S. R., Hamilton, S. W. and Sawka, M. N. (2013). Sweat rate and prediction validation during high-altitude treks on Mount Kilimanjaro. *Journal of Applied Physiology*, 114(4), 436–443.
- Goulet, E. D. B. (2011). Effect of exercise-induced dehydration on time-trial exercise performance: a meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 45(14), 1149–1156.
- Goulet, E. D. (2012). Dehydration and endurance performance in competitive athletes. *Nutrition Reviews*, 70, 132–136.
- Graudal, N. A., Hubeck-Graudal, T. and Jurgens, G. (2017). Effects of low sodium diet versus high sodium diet on blood pressure, renin, aldosterone, catecholamines, cholesterol, and triglyceride. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 4(4).
- Greenwood, M., Kreider, R.B., Greenwood, L. and Byars, A. (2003). Cramping and injury incidence in collegiate football players are reduced by creatine supplementation. *Journal of Athletic Training*, 38(3), 216–219.
- Grgic, J., Rodriguez, R. F., Garofolini, A., Saunders, B., Bishop, D. J., Schoenfeld, B. J. and Pedisic, Z. (2020). Effects of Sodium Bicarbonate Supplementation on Muscular Strength and Endurance: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Medicine*, 50(7), 1361 – 1375.
- Grillo, Salvi, Coruzzi, Salvi and Parati. (2019). Sodium Intake and Hypertension. *Nutrients*, 11(9), 1970.

- Grozenski, A., and Kiel, J. (2020). Basic Nutrition for Sports Participation, Part 1: Diet Composition, Macronutrients, and Hydration. *Current Sports Medicine Reports*, 19(10), 389–391.
- 2003 European Society of Hypertension???European Society of Cardiology guidelines for the management of arterial hypertension*. (2003). *Journal of Hypertension*, 21(6), 1011–1053.
- Guyatt, G. H., Oxman, A. D., Vist, G. E., Kunz, R., Falck-Ytter, Y., Alonso-Coello, P. and Schünemann, H. J. (2008). GRADE: an emerging consensus on rating quality of evidence and strength of recommendations. *BMJ*, 336(7650), 924–926.
- Halbesma, N. (2006). Macroalbuminuria Is a Better Risk Marker than Low Estimated GFR to Identify Individuals at Risk for Accelerated GFR Loss in Population Screening. *Journal of the American Society of Nephrology*, 17(9), 2582–2590.
- Harris, G., Reid, S., Sikaris, K. and McCrory, P. (2012). Hyponatremia is associated with higher nt-probnp thannormonatremia after prolonged exercise. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 22, 488–494.
- Hawkins, M. N., Barnes, Q., Purkayastha, S., Eubank, W., Ogoh, S. and Raven, P. B. (2009). The effects of aerobic fitness and β 1-adrenergic receptor blockade on cardiac work during dynamic exercise. *Journal of Applied Physiology*, 106(2), 486–493.
- He, F. J. and MacGregor, G. A. (2002). Effect of modest salt reduction on blood pressure: a meta-analysis of randomized trials. Implications for public health. *Journal of Human Hypertension*, 16(11), 761–770.
- He, J., Gu, D., Chen, J., Jaquish, C. E., Rao, D. C., Hixson, J. E. and Whelton, P. K. (2009). Gender difference in blood pressure responses to dietary sodium intervention in the GenSalt study. *Journal of Hypertension*, 27(1), 48–54.
- He, F. J., Li, J. and MacGregor, G. A. (2013). Effect of longer term modest salt reduction on blood pressure: Cochrane systematic review and meta-analysis of randomised trials. *BMJ*, 346(apr03 3), 1325–1325.
- Hew-Butler, T., Rosner, M. H., Fowkes-Godek, S., Dugas, J. P., Hoffman, M. D., Lewis, D. P. and Verbalis, J. G. (2015). Statement of the 3rd International Exercise-Associated Hyponatremia Consensus Development Conference, Carlsbad, California, 2015. *British Journal of Sports Medicine*, 49(22), 1432–1446.
- Hew-Butler, T., Rosner, M. H., Fowkes-Godek, S., Dugas, J. P., Hoffman, M. D., Lewis, D. P. and Verbalis, J. G. (2015). Statement of the Third International Exercise-Associated Hyponatremia Consensus Development Conference, Carlsbad, California, 2015. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 25(4), 303–320.

- Hew-Butler, T., Sharwood, K., Boulter, J., Collins, M., Tucker, R., Dugas, J. and Noakes, T. (2007). Dysnatremia Predicts a Delayed Recovery in Collapsed Ultramarathon Runners. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 17(4), 289–296.
- Hew-Butler, T. (2019). Exercise-Associated Hyponatremia. *Frontiers of Hormone Research*, 52, 178–189.
- Hew-Butler, T., Ayus, J. C., Kipps, C., Maughan, R. J., Mettler, S., Meeuwisse, W. H. and Wharam, P. (2008). Statement of the Second International Exercise-Associated Hyponatremia Consensus Development Conference, New Zealand, 2007. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 18(2), 111–121.
- Hew-Butler, T., Loi, V., Pani, A. and Rosner, M. H. (2017). Exercise-Associated Hyponatremia: 2017 Update. *Frontiers in Medicine*, 4, 21.
- Hew-Butler, T., Rosner, M. H., Fowkes-Godek, S., Dugas, J. P., Hoffman, M. D., Lewis, D. P. and Verbalis, J. G. (2015). Statement of the Third International Exercise-Associated Hyponatremia Consensus Development Conference, Carlsbad, California, 2015. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 25(4), 303–320.
- Hew-Butler, T., Almond, C., Ayus, J. C., Dugas, J., Meeuwisse, W., Noakes, T. and Weschler, L. (2005). Consensus Statement of the 1st International Exercise-Associated Hyponatremia Consensus Development Conference, Cape Town, South Africa 2005. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 15(4), 208–213.
- Hew-Butler, T., Ayus, J. C., Kipps, C., Maughan, R. J., Mettler, S., Meeuwisse, W. H. and Wharam, P. (2008). Statement of the Second International Exercise-Associated Hyponatremia Consensus Development Conference, New Zealand, 2007. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 18(2), 111–121.
- Hew, T. D., Chorley, J. N., Cianca, J. C. and Divine, J. G. (2003). The Incidence, Risk Factors, and Clinical Manifestations of Hyponatremia in Marathon Runners. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 13(1), 41–47.
- Hiller, W. D. B., O’Toole, M. L., Fortess, E. E., Laird, R. H., Imbert, P. C. and Sisk, T. D. (1987). Medical and physiological considerations in triathlons. *The American Journal of Sports Medicine*, 15(2), 164–167.
- Hiller, W.D.B. (1989). Dehydration and hyponatremia during triathlons. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 21(Suppl), 219–221.
- Hodge, G., Ye, V.Z. and Duggan, K.A. (2002). Dysregulation of angiotensin II synthesis is associated with salt sensitivity in the spontaneous hypertensive rat. *Acta Physiologica Scandinavica*, 174(3), 209–215.
- Hoffman, M.D., Hew-Butler, T. and Stuenkel, K.J. (2013). Exercise-associated hyponatremia and hydration status in 161-km ultramarathoners. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 45, 784–791.

- Hoffman, M. D., Joslin, J., and Rogers, I. R. (2017). Management of Suspected Fluid Balance Issues in Participants of Wilderness Endurance Events. *Current Sports Medicine Reports*, 16(2), 98–102.
- Hoffman, M. D., Stuenkel, K. J., Rogers, I. R., Weschler, L. B. and Hew-Butler, T. (2012). Hyponatremia in the 2009 161-km Western States Endurance Run. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 7(1), 6–10.
- Hoffman, M. D. and Fogard, K. (2011). Factors Related to Successful Completion of a 161-km Ultramarathon. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 6(1), 25–37.
- Hoffman, M. D. and Myers, T. M. (2015). Case Study: Symptomatic Exercise-Associated Hyponatremia in an Endurance Runner Despite Sodium Supplementation. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 25(6), 603–606.
- Twerenbold, R. (2003). Effects of different sodium concentrations in replacement fluids during prolonged exercise in women * Commentary 1 * Commentary 2. *British Journal of Sports Medicine*, 37(4), 300–303.
- Hoffman, M. D., Pasternak, A., Rogers, I. R., Khodaei, M., Hill, J. C., Townes, D. A. and Lipman, G. S. (2014). Medical Services at Ultra-Endurance Foot Races in Remote Environments: Medical Issues and Consensus Guidelines. *Sports Medicine*, 44(8), 1055–1069.
- Hoffman, M. D. and Stuenkel, K. J. (2014). Hydration Strategies, Weight Change and Performance in a 161 km Ultramarathon. *Research in Sports Medicine*, 22(3), 213–225.
- Hoffman, M. D. and Stuenkel, K. J. (2015). Muscle Cramping During a 161-km Ultramarathon: Comparison of Characteristics of Those With and Without Cramping. *Sports Medicine - Open*, 1(1), 24.
- Hoffman, M.D. and Stuenkel, K.J. (2015). Sodium supplementation and exercise-associated hyponatremia during prolonged exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 47(9), 1781–1787.
- Hoffman, M. D. and Stuenkel, K. J. (2016). Does oral buffered sodium supplementation reduce nausea and vomiting during an ultramarathon? *Research in Sports Medicine*, 24(1), 94–103.
- Hoffman, M. D, Stuenkel, K. J, Sullivan, K. and Weiss, R. H. (2015a). Exercise-associated hyponatremia with exertional rhabdomyolysis: importance of proper treatment. *Clinical Nephrology*, 83(4), 235–242.
- Hoffman, M. D. (2019). Proper Hydration During Ultra-endurance Activities. *Sports Medicine and Arthroscopy Review*, 27(1), 8–14.

- Hoffman, M. D. and Myers, T. M. (2015a). Case study: Symptomatic exercise-associated hyponatremia in an endurance runner despite sodium supplementation. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 25(6), 603–606.
- Hoffman, M. D., & Myers, T. M. (2015b). Near-fatal outcome from absence of information about exercise-associated hyponatremia in a wilderness medicine field guidebook. *Wilderness and Environmental Medicine*, 26(2), 284–285.
- Hoffman, M. D. and Stuenkel, K. J. (2014). Hydration strategies, weight change and performance in a 161 km ultramarathon. *Research in Sports Medicine*, 22, 213–225.
- Hoffman, M. D. and Stuenkel, K. J. (2015b). Sodium supplementation and exercise-associated hyponatremia during prolonged exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 47(9), 1781–1787.
- Hoffman, M. D. and Stuenkel, K. J. (2016b). Is sodium supplementation necessary to avoid dehydration during prolonged exercise in the heat?. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(3), 615–620.
- Hoffman, M. D., Bross, T. L. and Hamilton, R. T. (2016a). Are we being drowned by overhydration advice on the internet?. *The Physician and Sportsmedicine*, 44(4), 343–348.
- Hoffman, M. D., Stellingwerff, T. and Costa, R. J. S. (2018). Considerations for ultra-endurance activities: part 2 – hydration. *Research in Sports Medicine*, 27(2), 1–13.
- Hoffman, M. D., Stuenkel, K. J., Rogers, I. R., Weschler, L. B. and Hew-Butler, T. (2012). Hyponatremia in the 2009 161-km Western States Endurance Run. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 7(1), 6–10.
- Holm, J. P., Amar, A. O. S., Hyldstrup, L. and Jensen, J. E. B. (2015). Hyponatremia, a risk factor for osteoporosis and fractures in women. *Osteoporosis International*, 27(3), 989–1001.
- Holtzhausen, L.M. and Noakes, T.D. (1997). Collapsed ultraendurance athlete: Proposed mechanisms and an approach to management. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 7(4), 292–301.
- Horswill, C. A., Stofan, J. R., Lacambra, M., Toriscelli, T. A., Eichner, E. R. and Murray, R. (2009). Sodium Balance During U. S. Football Training in the Heat: Cramp-Prone vs. Reference Players. *International Journal of Sports Medicine*, 30(11), 789–794.
- Howard, G. and Bartram, J. (2003). Domestic water quantity, service level and health. Geneva: World Health Organization, p. 1–33.
- Hsieh, M., Roth, R., Davis, D.L., Larrabee, H. and Callaway C.W. (2002). Hyponatremia in runners requiring on-site medical treatment at a single marathon. *Medicine and Science in Sport and Exercise*, 34(2), 185 – 189.

- Iellamo, F., Caminiti, G., Sposato, B., Vitale, C., Massaro, M., Rosano, G. and Volterrani, M. (2013). Effect of High-Intensity interval training versus moderate continuous training on 24-h blood pressure profile and insulin resistance in patients with chronic heart failure. *Internal and Emergency Medicine*, 9(5), 547–552.
- Ignacio, M.N., Antonio, M.V., Eladio, C., Barbara, H., Nayara, P. and Carlos, H. (2020). Muscle Cramping in the Marathon: Dehydration and Electrolyte Depletion vs. Muscle Damage. *Journal of Strength and Conditioning Research*, Aug 12.
- Institute of Medicine. (2005). Dietary reference intakes for water, potassium, sodium, chloride, and sulfate. In: Panel on dietary reference intakes for electrolytes, water. The National Academies of Sciences Engineering Medicine.
- Institute of Medicine (2010). Strategies to reduce sodium intake in the United States. April. www.iom.edu/Reports/2010/Strategies-to-Reduce-Sodium-Intake-in-the-United-States.aspx.
- Irish Heart Foundation. (2008). Salt, Blood Pressure and Heart Disease. http://www.irishheart.ie/iopen24/pub/healthpromotionreports/ihfstatement_salt.
- Irving, R. A., Noakes, T. D., Buck, R., van Zyl Smit, R., Raine, E., Godlonton, J. and Norman, R. J. (1991). Evaluation of renal function and fluid homeostasis during recovery from exercise-induced hyponatremia. *Journal of Applied Physiology*, 70(1), 342–348.
- Jafar, T. H., Stark, P. C., Schmid, C. H., Landa, M., Maschio, G., Marcantoni, C., for the Aiprd Study Group. (2001). Proteinuria as a modifiable risk factor for the progression of non-diabetic renal disease. *Kidney International*, 60(3), 1131–1140.
- Sharman, J. E., Smart, N. A., Coombes, J. S. and Stowasser, M. (2019). Exercise and sport science australia position stand update on exercise and hypertension. *Journal of Human Hypertension*, 33(12), 837 – 843. \
- Jay, O. and Webb, P. (2009). Improving the prediction of sweat losses during exercise. *Journal of Applied Physiology*, 107(2), 375–376.
- Jeukendrup, A. E. (2011). Nutrition for endurance sports: Marathon, triathlon, and road cycling. *Journal of Sports Sciences*, 29(sup1), 91–99.
- Jeukendrup, A. E., Jentjens, R. L. P. G. and Moseley, L. (2005). Nutritional Considerations in Triathlon. *Sports Medicine*, 35(2), 163–181.
- Jeukendrup, A. E., Currell, K., Clarke, J., Cole, J. and Blannin, A. K. (2009). Effect of beverage glucose and sodium content on fluid delivery. *Nutrition & Metabolism*, 6(1), 9.
- Martínez-Sanz, J. M., Fernández Nuñez, A., Sospedra, I., Martínez-Rodríguez, A., Domínguez, R., González-Jurado, J. A. and Sánchez-Oliver, A. J. (2020). Nutrition-Related Adverse Outcomes in Endurance Sports

- Competitions: A Review of Incidence and Practical Recommendations. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(11), 4082.
- Barry, D.R. and Jung, A. P. (2006). Exercise-Associated Muscle Cramps and Functional Return to Sport. *Athletic Therapy Today*, 11(1), 48–50.
- Jung, M. E., Bourne, J. E., Beauchamp, M. R., Robinson, E. and Little, J. P. (2015). High-Intensity Interval Training as an Efficacious Alternative to Moderate-Intensity Continuous Training for Adults with Prediabetes. *Journal of Diabetes Research*, 2015, 1–9.
- Kaminsky, L.A. and Paul, G.L. (1991). Fluid intake during an ultramarathon running race: relationship to plasma volume and serum sodium and potassium. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 31(3), 417 – 419.
- Kantorowski, P.G., Hiller, WD., Garrett, W.E., Douglas, P.S., Smith, R. and O'Toole, M. (1990). Cramping studies in 2600 endurance athletes. *Medicine and Science of Sports and Exercise*, 22(suppl), 104.
- Kao, W.F., Hou, S.K., Chiu, Y.H., et al. (2015). Effects of 100-km ultra marathon on acute kidney injury. *Clinical Journal of Sport Medicine: Official Journal CanAcad Sport Medicine*, 25, 49–54.
- Kavouras, S.A. (2013). Thirst: survival instinct or sensitive fluid balance homeostatic mechanism? *Nutrition Today*, 48(4), 7–9.
- Kawamura, M., Kusano, Y., Takahashi, T., Owada, M, and Sugawara, T. (2006). Effectiveness of a spot urine method in evaluating daily salt intake in hypertensive patients taking oral antihypertensive drugs. *Hypertension Research*, 29(6), 397-402.
- Kawasaki, T., Itoh, K., Uezono, K. and Sasaki, H. (1993). A simple method for estimating 24 h urinary sodium and potassium excretion from second morning voiding urine specimen in adults. *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology*, 20(1), 7–14.
- Kenefick, R. W., Cheuvront, S. N., Palombo, L. J., Ely, B. R. and Sawka, M. N. (2010). Skin temperature modifies the impact of hypohydration on aerobic performance. *Journal of Applied Physiology*, 109(1), 79–86.
- Kenefick, R. W. and Cheuvront, S. N. (2012). Hydration for recreational sport and physical activity. *Nutrition Reviews*, 70, 137–142.
- Kenefick, R.W. (2018). Drinking strategies: planned drinking versus drinking to thirst. *Sports Medicine*, 48(Suppl 1), 31–37.
- Kenefick, R. W. and Cheuvront, S. N. (2016). Physiological adjustments to hypohydration: Impact on thermoregulation. *Autonomic Neuroscience*, 196, 47–51.

- Vitale, K. and Getzin, A. (2019). Nutrition and Supplement Update for the Endurance Athlete: Review and Recommendations. *Nutrients*, 11(6), 1289.
- Kerksick, C.M., Wilborn, C.D., Roberts, M.D., Smith-Ryan, A., Kleiner, S.M., Jäger, R., Collins, R., Cooke, M., Davis, J.N., Galvan, E., et al. (2018). ISSN exercise & sports nutrition review update: research & recommendations. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 15(1), 38.
- Schleich, K. T., Smoot, M. K. and Ernst, M. E. (2016). Hypertension in Athletes and Active Populations. *Current Hypertension Reports*, 18(11), 77.
- Khaw, K.-T., Bingham, S., Welch, A., Luben, R., O'Brien, E., Wareham, N. and Day, N. (2004). Blood pressure and urinary sodium in men and women: the Norfolk Cohort of the European Prospective Investigation into Cancer (EPIC-Norfolk). *The American Journal of Clinical Nutrition*, 80(5), 1397–1403.
- Kiela, P. R., & Ghishan, F. K. (2016). Physiology of Intestinal Absorption and Secretion. *Best Practice & Research Clinical Gastroenterology*, 30(2), 145–159.
- Kim, S.W., Jeon, J.H., Choi, Y.K., Lee, W.K., Hwang, I.R., Kim, J.G., et al. (2015). Association of urinary sodium/creatinine ratio with bone mineral density in postmenopausal women: KNHANES 2008–2011. *Endocrine*, 49(3), 791–799.
- Kim, H. J., Lim, S. Y., Lee, J.-S., Park, S., Shin, A., Choi, B. Y., Kim, J., et al. (2010). Fresh and pickled vegetable consumption and gastric cancer in Japanese and Korean populations: A meta-analysis of observational studies. *Cancer Science*, 101(2), 508–516.
- Kipps, C., Sharma, S. and Pedoe, D. T. (2009). The incidence of exercise-associated hyponatraemia in the London marathon. *British Journal of Sports Medicine*, 45(1), 14–19.
- Knechtle, B., Knechtle, P., Wirth, A., Alexander Rüst, C. and Rosemann, T. (2012). A faster running speed is associated with a greater body weight loss in 100-km ultra-marathoners. *Journal of Sports Sciences*, 30(11), 1131–1140.
- Knechtle, B., Gnädinger, M., Knechtle, P., Imoberdorf, R., Kohler, G., Ballmer, P., Senn, O., et al. (2011). Prevalence of Exercise-Associated Hyponatremia in Male Ultraendurance Athletes. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 21(3), 226–232.
- Knechtle, B., Knechtle, P. and Rosemann, T. (2010). No exercise-associated hyponatremia found in an observational field study of male ultra-marathoners participating in a 24-hour ultra-run. *Physician Sportsmed*, 38(4), 94–100.
- Knechtle, B., Knechtle, P. and Rosemann, T. (2011). Do Male 100-km Ultra-Marathoners Overdrink? *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 6(2), 195–207.

- Knechtle, B., Chlíbková, D., Papadopoulou, S., Mantzourou, M., Rosemann, T. and Nikolaidis, P.T. (2019). Exercise-Associated Hyponatremia in Endurance and Ultra-Endurance Performance—Aspects of Sex, Race Location, Ambient Temperature, Sports Discipline, and Length of Performance: A Narrative Review. *Medicina*, 55(9), 537.
- Koepsell, H. (2020). Glucose transporters in the small intestine in health and disease. *Pflügers Archiv - European Journal of Physiology*, 472(9), 1207 – 1248.
- Kojuri, J. and Rahimi, R. (2007). Effect of “no added salt diet” on blood pressure control and 24-hour urinary sodium excretion in mild to moderate hypertension. *BMC Cardiovascular Disorders*, 7, 34.
- Salt in Health and Disease — A Delicate Balance. (2013). *New England Journal of Medicine*, 368(26), 2531–2532.
- Kovacs, E. M. R., Schmahl, R. M., Senden, J. M. G. and Brouns, F. (2002). Effect of High and Low Rates of Fluid Intake on Post-exercise Rehydration. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 12(1), 14–23.
- Kovacs, E.M., Senden, J.M. and Brouns, F. (1999). Urine color, osmolality and specific electrical conductance are not accurate measures of hydration status during postexercise rehydration. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 39(1), 47–53.
- Krabak, B.J., Waite, B. and Lipman G. (2014). Evaluation and treatment of injury and illness in the ultramarathon athlete. *The Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*, 25(4), 845-863.
- Krabak, B. J., Parker, K. M. and DiGirolamo, A. (2016). Exercise-Associated Collapse: Is Hyponatremia in Our Head? *PM&R*, 8(3), 61–68.
- Krabak, B.J., Lipman, G.S., Waite, B.L. and Rundell, S.D. (2017). Exercise-associated hyponatremia, hypernatremia, and hydration status in multistage ultramarathons. *Wilderness Environ. Medicine*, 28(4), 291–298.
- Kreider, R. B. (1991). Physiological Considerations of Ultraendurance Performance. *International Journal of Sport Nutrition*, 1(1), 3–27.
- Kreider, R. B., Wilborn, C. D., Taylor, L., Campbell, B., Almada, A. L., Collins, R., Antonio, J., et al. (2010). ISSN exercise & sport nutrition review: Research & recommendations. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 7, 7.
- Raisz, L. G. (2005). Pathogenesis of osteoporosis: concepts, conflicts, and prospects. *Journal of Clinical Investigation*, 115(12), 3318–3325.
- Lamelas, P. M., Mente, A., Diaz, R., Orlandini, A., Avezum, A., Oliveira, G., Yusuf, S., et al (2015). Association of Urinary Sodium Excretion with Blood Pressure

- and Cardiovascular Clinical Events in 17,033 Latin Americans. *American Journal of Hypertension*, 29(7), 796–805
- Layzer, R. B. and Rowland, L. P. (1971). Cramps. *New England Journal of Medicine*, 285(1), 31–40.
- Layzer RB. (1994). The origin of muscle fasciculations and cramps. *Muscle Nerve*, 17(11), 1243–1249.
- Lea, J., Greene, T., Hebert, L., Lipkowitz, M., Massry, S., Middleton, J., Rostand, S.G., Miller, E., Smith, W. and Bakris, G.L. (2005). The relationship between magnitude of proteinuria reduction and risk of end-stage renal disease: results of the African American study of kidney disease and hypertension. *Archives of Internal Medicine*, 165(8), 947.
- Lebus, D. K., Casazza, G. A., Hoffman, M. D. and Van Loan, M. D. (2010). Can Changes in Body Mass and Total Body Water Accurately Predict Hyponatremia After a 161-km Running Race? *Clinical Journal of Sport Medicine*, 20(3), 193–199.
- Leddy, J.J. & Izoo, J. (2009). Hypertension in Athletes. *The Journal of Clinical Hypertension*, 11(4), 226–233.
- Lee, J.K.W., Maughan, R.J., Shirreffs, S.M. (2008). The influence of serial feeding of drinks at different temperatures on thermoregulatory responses during cycling. *Journal of Sports Sciences*;26:583–90. 10.1080/02640410701697388 [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- Lee, J.K.W., Shirreffs, S.M., Maughan, R.J. (2008). Cold drink ingestion improves exercise endurance capacity in the heat. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 40:1637–44. 10.1249/MSS.0b013e318178465d [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- Lee, J.K.W., Shirreffs, S.M. (2007). The influence of drink temperature on thermoregulatory responses during prolonged exercise in a moderate environment. *Journal of Sports Sciences*,25:975–85. 10.1080/02640410600959947 [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- Lee, J.K., Nio, A.Q., Ang, W..H. (2011). First reported cases of exercise-associated hyponatremia in Asia. *International Journal of Sports Medicine*, 32, 297–302.
- Leiper, J.B. (2015). Fate of ingested fluids: Factors affecting gastric emptying and intestinal absorption of beverages in humans. *Nutrition Reviews*, 73(S2), 57–72. doi:10.1093/nutrit/nuv032
- Levin S. (1993). Investigating the cause of muscle cramps. *The Physician and Sportsmedicine*,21:111—113.
- Liu L, Borowski G, Rose L. (1983). Hypomagnesemia in a tennis player. *The Physician and Sportsmedicine*,11:79—80.

- Licata, G., Pasquale, D. P., Parrinello, G., et al. (2003). Effects of high-dose furosemide and small-volume hypertonic saline solution infusion in comparison with a high dose of furosemide as bolus in refractory congestive heart failure: long-term effects. *American Heart Journal*, Volume 145, Issue 3, March 2003, Pages 459-466.
- Lin, P.H., Ginty, F., Appel, L.J., Aickin, M., Bohannon, A., Garner, P., Barclay, D., Svetkey, L.P. (2003). The DASH diet and sodium reduction improve markers of bone turnover and calcium metabolism in adults. *The Journal of Nutrition*, 133: 3130–3136.
- Lipman, G.S., Burns, P., Phillips, C., Jensen, J., Little, C., Jurkiewicz, C., et al. (2020). Effect of sodium supplements and climate on dysnatremia during ultramarathon running. *Clinical Journal of Sport Medicine*, November 2021 - Volume 31 - Issue 6 - p e327-e334. 10.1097/JSM.0000000000000832. [PubMed]
- Lloyd-Jones, D.M., Hong, Y., Labarthe, D., Mozaffarian, D., Appel, et al., (2010). On behalf of the American Heart Association Strategic Planning Task Force and Statistics Committee. Defining and setting national goals for cardiovascular health promotion and disease reduction: the American Heart Association's Strategic Impact Goal Through 2020 and Beyond. *Circulation*, 121:586–613.
- Loh, J. T., Torres, V. J., & Cover, T. L. (2007). Regulation of *Helicobacter pylori* cagA Expression in Response to Salt. *Cancer Research*, 67(10), 4709–4715. doi:10.1158/0008-5472.can-06-4746.
- López-Gómez, J.A., Martínez-Sanz, J.M., Martínez-Rodríguez, A., Ortiz-Moncada R. (2016). Planificación dietético-nutricional para llevar a cabo una Ultramaratón, la Transvulcania: Informe de caso. *Revista Española Nutrición Humana Dietética*, 20:120. doi: 10.14306/renhyd.20.2.205. [CrossRef] [Google Scholar]
- Luetkemeier, M.J., Coles, M.G., Askew, E.W. (1997). Dietary sodium and plasma volume levels with exercise. *Sports Medicine*, volume ; 23(5):279–286. doi: 10.2165/00007256-199723050-00002.
- Luks, A.M., Robertson, H.T., & Swenson, E.R. (2007). An ultracyclist with pulmonary edema during the Bicycle Race Across America. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(1), 8–12.
- Lundby, C., Montero, D., Joyner, M. (2017). Biology of VO₂max: looking under the physiology lamp. *Acta Physiologica*, 220(2):218–28.
- Maalouf, G., Gannage-Yared, M.H., Ezzedine, J., Larijani, B., Badawi, S., Rached, A., et al. (2007). Middle East and North Africa consensus on osteoporosis. *J Musculoskelet Neuronal Interact*, 7(2):131.
- MacGregor, G.A., Markandu, N.D., Sagnella, G.A., Singer, D.R., Cappuccio, F.P. (1989). Double-blind study of three sodium intakes and long-term effects of sodium restriction in essential hypertension. *The Lancet*, 334:1244-7

- Maddali, S., Rodeo, S.A., Barnes, R., Warren, R.F., Murrell, G.A. (1998). Postexercise increase in nitric oxide in football players with muscle cramps. *The American Journal of Sports Medicine*, vol. 26, no. 6, 26:820–824. [PubMed] [Google Scholar]
- Magee, P.J., Gallagher, A., McCormack, J.M. (2017). High prevalence of dehydration and inadequate nutritional knowledge among University and Club level athletes. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 27:158–168. doi: 10.1123/ijsnem.2016-0053. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- Mancia, G., Fagard, R., Narkiewicz, K., Redon, J., Zanchetti, A., Bohm, M. et al. (2013). ESH/ESC Guidelines for the management of arterial hypertension. The Task Force for the management of arterial hypertension of the European Society of Hypertension (ESH) and of the European Society of Cardiology (ESC). *European Heart Journal*, 34(28):2159–2219.
- Manjra, S., Schwellnus, M.P., Noakes, T.D. (1996). Risk factors for exercise associated muscle cramping (EAMC) in marathoners. *Medicine & Science in Sports*, 28(5 Suppl):S167. [Google Scholar]
- Marc, W. Niedfeldt, M.D. (2002). Managing Hypertension in Athletes and Physically Active Patients. *American Family Physician*, Aug 1;66(3):445-453.
- Maughan, R.J., Noakes, T.D. (1991). Fluid replacement and exercise stress. A brief review of studies on fluid replacement and some guidelines for the athlete. *Sports Medicine*, 12(1):16–31. doi: 10.2165/00007256-199112010-00003.
- Maughan, R.J., Shirreffs, S.M. (1998). Fluid and electrolyte loss and replacement in exercise. In: Harries M, Williams C, Stanish WD, Micheli LL, editors. *Oxford textbook of sports medicine*. 2. New York: Oxford University Press;. pp. 97–113. [Google Scholar]
- Maughan, R.J., Shirreffs, S.M. (2008). Development of individual hydration strategies for athletes. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 18:457–472. doi: 10.1123/ijsnem.18.5.457. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- Maughan, R.J. (1986). Exercise-induced muscle cramp: a prospective biochemical study in marathon runners. *Journal of Sports Sciences*, 4(1):31–34. [PubMed] [Google Scholar]
- Maughan, R.J. (1991). Fluid and electrolyte loss and replacement in exercise. *Journal of Sports Sciences*, 9 (Special): 117-42.
- Maughan, R.J., & Shirreffs, S.M. (2010). Dehydration and rehydration in competitive sport. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 20, 40–47. doi:10.1111/j.1600-0838.2010.01
- Maughan, R. J., & Shirreffs, S. M. (2019). Muscle Cramping During Exercise: Causes, Solutions, and Questions Remaining. *Sports Medicine*. doi:10.1007/s40279-019-01162-1

- Maughan, R.J. (2003). Impact of mild dehydration on wellness and on exercise performance. *European Journal of Clinical Nutrition*, 57(Suppl 2):S19–23.
- McConnell, G., Burge, C., Skinner, S., Hargreaves, M. (1997). Influence of ingested fluid volume on physiological responses during prolonged exercise. *Acta Physiologica Scandinavica*, 160, 149–156.
- McConnell, G., Stephens, T. and Canny, B. (1999). Fluid ingestion does not influence intense 1-h exercise performance in a mild environment. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 31, 386–392.
- McCubbin, A.J., Cox, G.R., Costa, R.J.S. (2019). Sodium Intake Beliefs, Information Sources, and Intended Practices of Endurance Athletes Before and During Exercise. *International Journal of Sport Nutrition Exercise Metabolism*, 29(4):371–381. [PubMed] [Google Scholar]
- McCubbin, A. J., & Costa, R. J. S. (2018). The impact of dietary sodium intake on sweat sodium concentration in response to endurance exercise: A systematic review. *International Journal of Sports Science*, 8(1), 25–37.
- McDermott, B.P., Anderson, S.A., Armstrong, L.E., Casa, D.J., Cheuvront, S.N., Cooper, L., Roberts, W.O. (2017). National Athletic Trainers' Association position statement: Fluid replacement for the physically active. *Journal of Athletic Training*, 52(9), 877–895.
- McGreal, K., Budhiraja, P., Jain, N., Yu, A.S. (2016). Current challenges in the evaluation and management of hyponatremia. *Kidney Diseases (Basel)* 2, 56–63. doi:10.1159/000446267
- McKearney, P.M., Whelton, M., Reynolds, K., et al. (2005). Global burden of hypertension: analysis of worldwide data. *The Lancet*; 365:217–23.
- McNaughton, L.R., Gough, L., Deb, S., Bentley, D., Sparks, S.A. (2016). Recent developments in the use of sodium bicarbonate as an ergogenic aid. *Current Sports Medicine Reports*, 15:233–44. [PubMed] [Google Scholar]
- Meijer, E., Bakker, S.J.L., Halbesma, N., De Jong, P.E., Struck, J., Gansevoort, R.T. (2010). Copeptin, a surrogate marker of vasopressin, is associated with microalbuminuria in a large population cohort. *Kidney International*, 77: 29–36.
- Mente, A., O'Donnell, M., Rangarajan, S., Dagenais, G., Lear, S., McQueen, M. et al. (2016). Associations of urinary sodium excretion with cardiovascular events in individuals with and without hypertension: a pooled analysis of data from four studies. *The Lancet*, 388(10043):465–75.
- Mente, A., O'Donnell, M., Rangarajan, S., McQueen, M., Dagenais, G., Wielgosz, A., et al. (2018). Urinary sodium excretion, blood pressure, cardiovascular disease, and mortality: a community-level prospective epidemiological cohort study. *The Lancet*, 392(10146):496–506.

- Mente, A., O'Donnell, M.J., Rangarajan, S., McQueen, M.J., Poirier, P., Wielgosz, A., Morrison, H., Li, W., Wang, X., Di, C., et al. (2014). PURE Investigators. Association of urinary sodium and potassium excretion with blood pressure. *The New England Journal of Medicine*, 371:601–11.
- Mettler, S., Rusch, C., Frey, W.O., Bestmann, L., Wenk, C., Colombani, P.C. (2008). Hyponatremia among runners in the Zurich marathon. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 18, 344–349. [CrossRef]
- Meyer, L.G., Horrigan, D.J., Jr, Lotz, W.G. (1995). Effects of three hydration beverages on exercise performance during 60 hours of heat exposure. *Aviation Space and Environmental Medicine*, 66(11):1052–1057. [PubMed] [Google Scholar]
- Miles, M.P., Clarkson, P.M. (1994). Exercise-induced muscle pain, soreness, and cramps. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 34:203–216. [PubMed] [Google Scholar]
- Miller, K.C., Stone, M.S., Huxel, K.C., Edwards, J.E. (2010). Exercise-associated muscle cramps: causes, treatment, and prevention. *Sports Health*, 2: 279—283.
- Miller, T.M., Layzer, R.B. (2005). Muscle cramps. *Muscle Nerve*, 32: 431–442.
- Miller, K.C., Mack, G.W., Knight, K. L., Hopkins, J. T., Draper, D. O., Fields, P. J., & Hunter, I. (2010). Three percent hypohydration does not affect threshold frequency of electrically induced cramps. *Medicine & science in sports & exercise*, 42(11), 2056–2063. Doi:10.1249/mss.0b013e3181dd5e3
- Mitchell, J.W., Nadel, E.R., Stolwijk, J.A. (1972). Respiratory weight losses during exercise. *Journal of Applied Physiology*, 32:474–476. doi: 10.1152/jappl.1972.32.4.474.
- Mitchell J.B, Grandjean P.W, Pizza F.X, Starling R.D, Holtz R.W. (1994). The effect of volume ingested on rehydration and gastric emptying following exercise-induced dehydration. *Medicine Science & Sports Exercise*, 26(9):1135–1143. doi: 10.1249/00005768-199409000-00011.
- Mohammadifard, N., Gotay, C., Humphries, K. H., Ignaszewski, A., Esmailzadeh, A., & Sarrafzadegan, N. (2018). Electrolyte minerals intake and cardiovascular health. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 1–11. doi:10.1080/10408398.2018.14534
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D.G. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *PLOS Medicine*, 6:e1000097. [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar]
- Montain, S.J., Chevront, S.N., Sawka, M.N. (2006). Exercise Associated Hyponatraemia: Quantitative Analysis to Understand the Aetiology. *British Journal of Sports Medicine*, 40:98–105. doi: 10.1136/bjsm.2005.018481. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]

- Mora-Rodriguez, R., Hamouti, N. (2012). Salt and fluid loading: effects on blood volume and exercise performance. *Medicine of Sport Science*, 59:113–119.
- Morgagni, P., Gardini, A., Marrelli, D., et al. (2015). Gastric stump carcinoma after distal subtotal gastrectomy for early gastric cancer: experience of 541 patients with longterm follow up. *The American Journal of Surgery*, 209: 1063–68.
- Morris, N.B., Bain, A.R., Cramer, M.N., et al. (2014). Evidence that transient changes in sudomotor output with cold and warm fluid ingestion are independently modulated by abdominal, but not oral thermoreceptors. *Journal of Applied Physiology*, 116:1088–95. 10.1152/jappphysiol.01059.2013 [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- Mozaffarian, D., Fahimi, S., Singh, G.M., Micha, R., Khatibzadeh, S., Engell, R.E. et al. (2014). Global sodium consumption and death from cardiovascular causes. *The New England Journal of Medicine*, 371(7):624–634.
- Mozaffarian, D., Benjamin, E. J., Go, A. S., Arnett, D. K., Blaha, M. J., Cushman, M., Turner, M. B. (2015). Heart Disease and Stroke Statistics—2016 Update. *Circulation*, 133(4), e38–e360. doi:10.1161/cir.0000000000000350
- Murphy, G., Dawsey, S.M., Engels, E.A., et al. (2015). Cancer risk after pernicious anemia in the US elderly population. *Clinical Gastroenterology and Hepatology*, 13: 2282–89.
- Murray, B. (1996). Fluid replacement: the American College of Sports Medicine position stand. *Sports Science Exchange*, 9:1–5.
- Murray, D., Miller, K.C., Edwards, J.E. (2016). Does a reduction in serum sodium concentration or serum potassium concentration increase the prevalence of exercise-associated muscle cramps ? *Journal of Sport Rehabilitation*, 25: 301–304.
- Murthy, K., Ondrey, G.J., Malkani, N., Raman, G., Hodge, M.B., Marcantonio, A. J., & Verbalis, J.G. (2019). The effects of hyponatremia on bone density and fractures: a systematic review and meta-analysis. *Endocrine practice*, 25(4):366-378. Doi:10.4158/ep-2018-0499.
- Naderi, A., Earnest, C.P., Lowery, R.P., Wilson, J.M., Willems, M.E.T. (2016). Co-ingestion of nutritional ergogenic aids and high-intensity exercise performance. *Sports Medicine*, 46:1407–1418. doi: 10.1007/s40279-016-0525-x.
- National Institute for Health and Clinical Excellence (NICE) (2010). Guidance on the prevention of cardiovascular disease at the population level. NICE, <http://guidance.nice.org.uk/PH25>.
- Nelson, N.L., & Churilla, J.R. (2016). A narrative review of exercise-associated muscle cramps: Factors that contribute to neuromuscular fatigue and management implications. *Muscle & Nerve*, 54(2), 177–185. doi:10.1002/mus.25176

- Newberry, S.J., Chung, M., Anderson, C.A.M., Chen, C., Fu, Z., Tang, A., Zhao, N., Booth, M., Marks, J., Hollands, S., Motala, A., Larkin, J.K., Shanman, R., Hempel, S. (2018). Sodium and potassium intake: Effects on chronic disease outcomes and risks. Rockville, MD: Agency for Healthcare Research and Quality.
- Nielsen, B., Sjogaard, G., Ugelvig, J., Knudsen, B. and Dohmann, B. (1986). Fluid balance in exercise dehydration and rehydration with different glucose–electrolyte drinks. *European Journal of Applied Physiology*, 55, 318–325.
- Noakes T D. (2004). Sodium ingestion and the prevention of hyponatraemia during exercise. *British Journal of Sports Medicine*, 38790–793.
- Noakes T., (2003). IMMDA Fluid Replacement during Marathon Running. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 13:309–318. doi: 10.1097/00042752-200309000-00007. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- Noakes, T.D., Sharwood, K., Speedy, D., Hew T., Reid, S., Dugas, J., Almond, C., Wharam, P., Weschler, L. (2005). Three Independent Biological Mechanisms Cause Exercise-Associated Hyponatremia: Evidence from 2,135 Weighed Competitive Athletic Performances. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 102(51), 18550–18555. doi:10.1073/pnas.0509096102 [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- Noakes, T.D., Speedy, D.B. (2006). Case proven: Exercise associated hyponatraemia is due to overdrinking. So why did it take 20 years before the original evidence was accepted? *British Journal Sports of Medicine*, 40:567–572. doi: 10.1136/bjsm.2005.020354. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- Noakes, T.D. ; Goodwin, N. ; Rayner, B.L. ; Branken, T. ; Taylor, R.K. (1985). Water intoxication: A possible complication during endurance exercise. *Medicine of Science Sports Exercise*, 17, 370–375.
- Noncommunicable Diseases Country Profiles (2018); CC BY-NC-SA 3.0 IGO ed.; World Health Organization: Geneva, Switzerland, 2018.
- Nutrition and Athletic Performance. (2009). *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 41(3), 709–731. doi:10.1249/mss.0b013e31890eb86
- Nutrition and Athletic Performance. (2016). *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 48(3), 543–568. doi:10.1249/mss.0000000000000852
- Nybo, L., Rasmussen, P., Sawka, M.N. (2014). Performance in the heat-physiological factors of importance for hyperthermia-induced fatigue. *Comprehensive Physiology*, 4:657–89. 10.1002/cphy.c130012 [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]

- O'Donnell, M., Mente, A., Rangarajan, S., McQueen, M.J., Wang, X., Liu, L., et al. (2014). Urinary sodium and potassium excretion, mortality, and cardiovascular events. *The New England Journal of Medicine*, 371(7):612–23.
- O'Donnell, M., Mente, A., Yusuf, S. (2015). Sodium intake and cardiovascular health. *Circulation Research*, 116:1046–57.
- O'Donnell, M.J., Yusuf, S., Mente, A., Gao, P., Mann, J.F., Teo, K., et al. (2011). Urinary sodium and potassium excretion and risk of cardiovascular events. *JAMA* ,306(20):2229–38.
- O'Toole, M.L., Douglas, P.S., Laird, R.H., Hiller, D.B. (1995). Fluid and electrolyte status in athletes receiving medical care at an ultradistance triathlon. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 5:116—122.
- O'Brien, C., Freund, B.J., Sawka, M.N., McKay, J., Hesslink, R.L., Jones, T.E. (1996). Hydration assessment during cold-weather military field training exercises. *Arctic Medical Research*, 55, 20–26.
- Oh, H., Lee, H.Y., Jun, D.W., Lee, S.M. (2016). Low salt diet and insulin resistance. *Clinical Nutrition of Research*, 5:1–6. doi:10.7762/cnr.2016.5.1.1.
- Oh, R.C., Galer, M., Bursey, M.M. (2018). Found in the Field - A Soldier With Heat Stroke, Exercise-Associated Hyponatremia, and Kidney Injury. *Current Sports Medicine Reports*. Apr;17(4):123-125. [PubMed]
- Ohta, Y., Tsuchihashi, T., Kiyohara, K., Oniki, H. (2013). High salt intake promotes a decline in renal function in hypertensive patients: A 10-year observational study. *Hypertension Research*, 36, 172–176
- Okamoto, C., Hayakawa, Y., Aoyama, T., Komaki, H., Minatoguchi, S., Iwasa, M., Yamada, Y., Kanamori, H., Kawasaki, M., Nishigaki, K., et al. (2017). Excessively low salt diet damages the heart through activation of cardiac (pro) renin receptor, renin-angiotensin-aldosterone, and sympatho-adrenal systems in spontaneously hypertensive rats. *PLOS One*, 12:e0189099 10.1371/journal.pone.0189099. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- Oppelaar, J. J., & Vogt, L. (2019). Body Fluid-Independent Effects of Dietary Salt Consumption in Chronic Kidney Disease. *Nutrients*, 11(11), 2779. doi:10.3390/nu11112779.
- Oria, M., Harrison, M., Stallings, V.A. (2019). National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine; Health and Medicine Division; Food and Nutrition Board; Committee to Review the Dietary Reference Intakes for Sodium and Potassium; editors. Washington (DC): National Academies Press (US); Mar 5.
- Ott, C.E., Welch, W.J., Lorenz, J.N., Whitescarver, S.A., Kotchen, T.A. (1989) Effect of salt deprivation on blood pressure in rats. *American Journal of Physiology* ,256.doi:10.1152/ajpheart..256.5.H1426.

- Owen, B.E., Rogers, I.R., Hoffman, M.D., Stuempfle, K.J., Lewis, D., Fogard, K., Verbalis, J.G., Hew-Butler, T. (2014). Efficacy of oral versus intravenous hypertonic saline in runners with hyponatremia. *Journal Science of Medicine of Sport*, 17: 457–462.
- Ozemek, C., Laddu, D. R., Arena, R., & Lavie, C. J. (2018). The role of diet for prevention and management of hypertension. *Current Opinion in Cardiology*, 33(4), 388–393. doi:10.1097/hco.0000000000000532.
- Page, A.J., Reid, S.A., Speedy, D.B., Mulligan, G.P., Thompson, J. (2007). Exercise-associated hyponatremia, renal function, and nonsteroidal antiinflammatory drug use in an ultraendurance mountain run. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 17, 43–48.
- Nikolaidis, P.T., Veniamakis, E., Rosemann, T., and Knechtle, B. (2018). Nutrition in Ultra-Endurance. State of the Art. Dec; 10(12): 1995. Published online 2018 Dec 16. doi: 10.3390/nu10121995
- Park, S., Joung, J., Cho, Y., Sohn, S., Hur, K., Kim, J. (2015). Effect of high dietary sodium on bone turnover markers and urinary calcium excretion in Korean postmenopausal women with low bone mass. *European Journal of Clinical Nutrition*, 69(3):361–366. doi:10.1038/ejcn.2014.284.
- Park, Y., Kwon, S. J., & Ha, Y. C. (2016). Association between Urinary Sodium Excretion and Bone Health in Male and Female Adults. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 68(3), 189–196. doi:10.1159/000444536
- Parsons, K. (2014). *The Effects of Hot, Moderate and Cold Environments on Human Health, Comfort and Performance*, Human Thermal Environments, 3rd ed.; CRC Press: Boca Raton, FL, USA.
- Paterna, S., Di Pasquale, P., Parrinello, G., et al. (2005). Changes in brain natriuretic peptide levels and bioelectrical impedance measurements after treatment with high-dose furosemide and hypertonic saline solution versus high-dose furosemide Alone in refractory congestive heart failure. *Journal of the American College of Cardiology*, 45:1997-2003.
- Paterna, S., Fasullo, S., Parrinello, G., et al. (2011). Short-term effects of hypertonic saline solution in acute heart failure and long-term effects of a moderate sodium restriction in patients with compensated heart failure with New York heart Association Class III (Class C) (SMAC-HF study). *The American Journal of Medicine Sciences*, 342:27-37.
- Paterna, S., Gaspare, P., Fasullo, S., et al. (2008). Normal-sodium diet compared with low-sodium diet in compensated congestive heart failure: is sodium an old enemy or a new friend? *Clinical Science (Lond)*, 114(3):221–230. [PubMed]
- Peart, D.J., Siegler, J.C., Vince, R.V. (2012). Practical recommendations for coaches and athletes: a meta-analysis of sodium bicarbonate use for athletic

- performance. *Journal of Strength Conditioning Research*, 26(7):1975–1983. doi: 10.1519/JSC.0b013e3182576f3d. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- Peleteiro, B., Lopes, C., Figueiredo, C., & Lunet, N. (2010). Salt intake and gastric cancer risk according to *Helicobacter pylori* infection, smoking, tumour site and histological type. *British Journal of Cancer*, 104(1), 198–207. doi:10.1038/sj.bjc.6605993.
- Pereira, E.R., De Andrade, M.T., Mendes, T.T., Ramos, G.P., Maia-Lima, A., Melo, E.S., Carvalho, M.V., Wilke, C.F., Prado, L.S., Silami-Garcia, E. (2017). Evaluation of hydration status by urine, body mass variation and plasma parameters during an official half-marathon. *Journal Sports of Medicine Physical Fitness*, 57(11):1499–1503.
- Periard, J., Racinais, S., Sawka, M.N. (2015). Adaptations and mechanisms of human heat acclimation: Applications for competitive athletes and sports. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 25(Suppl 1):20–38. 10.1111/sms.12408 [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- Périard, J.D., Cramer, M.N., Chapman, P.G., et al. (2011). Cardiovascular strain impairs prolonged self-paced exercise in the heat. *Exp Physiol*;96:134–44. 10.1113/expphysiol.2010.054213 [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- Pescatello, L.S., Franklin, B., Fagard, R., et al. (2004). Exercise and hypertension. American College of Sports Medicine Position Stand. *Medicine Science in Sports & Exercise*, 36: 533–53.
- Pomeranz, D., Irwin, C., Lipman, G.S. (2019). Large-Volume Hypertonic Saline for Empiric Treatment of Severe Exercise-Associated Hyponatremia in an Ultramarathon Runner. *Current Sports of Medicine Reports*. May;18(5):163-165. [PubMed]
- Rachner, T.D., Kosla, D., Hofbauer, L.C. (2011). Osteoporosis: now and the future. *The Lancet*, 377:1276–87
- Racinais, S., Alonso, J. M., Coutts, A. J., Flouris, A. D., Girard, O., González-Alonso, J., Périard, J. D. (2015). Consensus recommendations on training and competing in the heat. *British Journal of Sports Medicine*, 49(18), 1164–1173. doi:10.1136/bjsports-2015-094915
- Radloff M. 2019. [cited 2020]. Available from: <https://www.maritaradloff.com/blog/sodium-needs-for-endurance-athletes>.
- Ramos, J.S., Dalleck, L.C., Ramos, M.V., Borrani, F., Roberts, L., Gomersall, S., et al. (2016). 12 min/week of high-intensity interval training reduces aortic reservoir pressure in individuals with metabolic syndrome: a randomized trial. *Journal of Hypertension*, 34:1977–87.
- Ranchordas, M.K., Tiller, N.B., Ramchandani, G., Jutley, R., Blow, A., Tye, J., Drury, B. (2017). Normative data on regional sweat-sodium concentrations of professional male team-sport athletes. *Journal of International Society of Sports Nutrition*, 14:40–017. doi: 10.1186/s12970-017-0197-4.

- Rehrer, N.J., Burke, L.M. (1996). Sweat losses during various sports. *Australian Journal of Nutrition and Dietetics*, 53: S13-S16,.
- Rehrer, N.J. (2001). Fluid and electrolyte balance in the ultra-endurance sport. *Sports Medicine*, 31(10):701–715. doi: 10.2165/00007256-200131100-00001. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- Reynolds, C.J., Cleaver, B.J., Finlay, S.E. (2012). Exercise associated hyponatraemia leading to tonic-clonic seizure. *BMJ Case Reports*.
- Rezaei S, Akbari K, Gahreman DE, Sarshin A, Tabben M, Kaviani M, Sadeghinikoo A, Koozehchian MS, Naderi A. (2019). Caffeine and sodium bicarbonate supplementation alone or together improve karate performance. *Journal of International Society of Sports Nutrition*, 16:44. [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar]
- Robertson, J.I.S. (2003). Dietary salt and hypertension: a scientific issue or amatter of faith? *Journal of Evaluation in Clinical Practice*, 9:1–22.
- Robinson, T., Hawley, J., Palmer, G., Wilson, G., Gray, D., Noakes, T. and Dennis, S. (1995). Water ingestion does not improve 1-h cycling performance in moderate ambient temperatures. *European Journal of Applied Physiology*, 71, 153–160.
- Rodriguez, N.R., DiMarco, N.M., 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 Academy of Nutrition & Dietetics*, 109:509–27.
- Rogers, I.R., Hook, G., Stuempfle, K.J., Hoffman, M.D., Hew-Butler, T. (2011). An intervention study of oralversus intravenous hypertonic saline administration in ultramarathon runners with exercise-associatedhyponatremia: A preliminary randomized trial. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 21, 200–203. [CrossRef]
- Rognmo, Ø., Hetland, E., Helgerud, J., Hoff, J., Slørdahl, S.A. (2004). High intensity aerobic interval exercise is superior to moderate intensity exercise for increasing aerobic capacity in patients with coronary artery disease. *European Journal of Cardiovascular Prevention & Rehabilitation*, 11(3), 216–222.
- Roscioni, S.S., Lambers, Heerspink, H.J. (2014). Microalbuminuria: Target for renoprotective therapy PRO. *Kidney International*, 86, 40–49.
- Rosner, M.H. (2008). Exercise-associated hyponatremia. *The Physician and Sportsmedicine*, 36:55–61. doi: 10.3810/psm.2008.12.12.
- Rosner, M.H. (2015). Preventing Deaths Due to Exercise-Associated Hyponatremia: The 2015 Consensus Guidelines. *Clinical Journal of Sport Medicine*, Jul;25(4):301-2. [PubMed]
- Rothschild, J.A., & Bishop, D.J. (2019). Effects of Dietary Supplements on Adaptations to Endurance Training. *Sports Medicine*, 50(1), 25–53. doi:10.1007/s40279-019-01185-8

- Rowell, L.B. (1974). Human cardiovascular adjustments to exercise and thermal stress. *Physiological Reviews*, 54:75–159. [PubMed] [Google Scholar]
- Ruff, R.L. (1996). Sodium channel slow inactivation and the distribution of sodium channels on skeletal muscle fibres enable the performance properties of different skeletal muscle fibre types. *Acta Physiological Scandinavica*, 156(3):159–168. [PubMed] [Google Scholar]
- Rüst, C.A. (2012). Higher prevalence of exercise-associated hyponatremia in triple iron ultra-triathletes than reported for ironman triathletes. *Chinese Journal of Physiology*, 55:147–155. doi: 10.4077/cjp.2012.baa010. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- Rüst, C.A.; Knechtle, B.; Knechtle, P.; Rosemann, T. (2012). No case of exercise-associated hyponatraemia in top male ultra-endurance cyclists: The ‘Swiss cycling marathon. *European Journal of Applied Physiology*, 112, 689–697.
- Rust, P., & Ekmekcioglu, C. (2016). Impact of Salt Intake on the Pathogenesis and Treatment of Hypertension. *Hypertension: From Basic Research to Clinical Practice*.
- Sacks, F.M., Svetkey, L.P., Vollmer, W.M., Appel, L.J., Bray, G.A., Harsha, D., et al. (2001). Effects on blood pressure of reduced dietary sodium and the Dietary Approaches to Stop Hypertension (DASH) diet. DASH-Sodium Collaborative Research Group. *The New England Journal of Medicine*, 344:3-10
- Sanders, B., Noakes, T.D., Dennis, S.C. (2001). Sodium replacement and fluid shifts during prolonged exercise in humans. *European Journal of Applied Physiology*, 84:419–425. doi: 10.1007/s004210000371. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- Sato, K., Sato, F. (1990). Na⁺, K⁺, H⁺, Cl⁻, and Ca²⁺ concentrations in cystic fibrosis eccrine sweat in vivo and in vitro. *Journal of Laboratory Clinical Medicine*, 115:504–511. [PubMed] [Google Scholar]
- Sawada, S., Tanaka, H., Funakoshi, M., Shindo, M., Kono, S., Ishiko, T.(1993). Five-year prospective study on blood pressure and maximal oxygen uptake. *Clinical and Experimental Pharmacology & Physiology*, 20:483–7.
- Sawka, M., Pandolf, K.B. (1990). Effects of body water loss on physiological function and exercise performance. In: Gisolfi C., Lamb D.R., editors. *Perspectives in Exercise Science and Sports Medicine*, Volume 3. Benchmark Press; Carmel, CA, USA:. pp. 1–38.
- Sawka, M.N., Burke, L.M., Eichner, E.R., et al. (2007). American College of Sports Medicine. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and fluid replacement. *Medical Science of Sports Exercise*, 39:377–90. 10.1249/01.mss.0000272779.34140.3b [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]

- Sawka, M.N., Cheuvront, S.N., Kenefick, R.W. (2012). High skin temperature and hypohydration impair aerobic performance. *Experimental Physiology*, 97(3):327–32
- Sawka, M.N., Cheuvront, S.N., Kenefick, R.W. (2015). Hypohydration and human performance: impact of environment and physiological mechanisms. *Sports Medicine*, 45(Suppl 1):S51–60.
- Sawka, M.N., Leon, L.R., Montain, S.J., et al. (2011). Integrated physiological mechanisms of exercise performance, adaptation, and maladaptation to heat stress. *Comprehensive Physiology*, 1(4):1883–1928. [PubMed] [Google Scholar]
- Sawka, M.N., Montain, S.J., Latzka, W.A. (2001). Hydration effects on thermoregulation and performance in the heat. *Comparative Biochemistry Physiology. A Molecular Integrative Physiology*, 128(4):679–90.
- Sawka, M.N., Montain, S.J. (2000). Fluid and electrolyte supplementation for exercise heat stress. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 72(2 Suppl):564S–572S. doi: 10.1093/ajcn/72.2.564S. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- Sawka, M.N., Wenger, C.B., Pandolf, K.B. (1996). Thermoregulatory responses to acute exercise-heat stress and heat acclimation. In: Fregly MJ, Blatteis CM eds. *Handbook of Physiology section 4, environmental physiology*. New York: Oxford University Press;:157–85.
- Sawka, M.N., Wenger, C.B. (1988). Physiological responses to acute exercise-heat stress. In: Pandolf KB, Sawka MN, Gonzalez RR, editors. *Human performance physiology and environmental medicine at terrestrial extremes*. Carmel: Cooper Publishing Group; pp. 97–151. [Google Scholar]
- Sawka, M.N. (1992). Physiological consequences of hypohydration: Exercise performance and thermoregulation. *Medical Science of Sports Exercise*, 24: 657-670
- Schenk, K., Gatterer, H., Ferrari, M., Ferrari, P., Cascio, V.L., Burtcher, M. (2010). Bike transalp 2008. Liquid intake and its effect on the body's fluid homeostasis in the course of a multistage, cross-country, mtb marathon race in the central alps. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 20, 47–52.
- Schrier, R.W. (2010). Does “asymptomatic hyponatremia” exist? *Nature Reviews Nephrology*, 6:185.
- Schwabe, K., Schwellung, M.P., Derman, W., Swanevelder, S., Jordaan, E. (2014). Less experience and running pace are potential risk factors for medical complications during a 56 km road running race: a prospective study in 26 354 race starters—SAFER study II. *The British Journal of Sports Medicine*, 48:905—911.
- Schwartz, W.B., Bennett, W., Curelop, S., Bartter, F.C. (1957). A Syndrome of Renal Sodium Loss and Hyponatremia Probably

- Resulting from Inappropriate Secretion of Antidiuretic Hormone. *American Journal of Medicine*, 23: 529–542.
- Schwellnus, M.P., Allie, S., Derman, W., Collins, M. (2011). Increased running speed and pre-race muscle damage as risk factors for exercise-associated muscle cramps in a 56 km ultra-marathon: A prospective cohort study. *British Journal of Sports Medicine*, 45: 1132–1136.a
- Schwellnus, M.P., Derman, E.W., Noakes, T.D. (1997). Aetiology of skeletal muscle ‘cramps’ during exercise: a novel hypothesis. *Journal of Sports Science*, 15:277—285.
- Schwellnus, M.P., Drew, N., Collins, M. (2008). Muscle cramping in athletes--risk factors, clinical assessment, and management. *Clinical Sports of Medicine*, 27(1):183–194. [PubMed] [Google Scholar]
- Schwellnus, M.P., Drew, N., Collins, M. (2011). Increased running speed and previous cramps rather than dehydration or serum sodium changes predict exercise-associated muscle cramping: A prospective cohort study in 210 ironman triathletes. *British of Journal Sports Medicine*, 45:650–656.b
- Schwellnus, M.P., Nicol, J., Laubscher, R., Noakes, T.D. (2004). Serum electrolyte concentrations and hydration status are not associated with exercise associated muscle cramping (EAMC) in distance runners. *British Journal of Sports Medicine*, 38(4):488–492. doi: 10.1136/bjism.2003.007021. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- Schwellnus, M.P. (2009). Cause of exercise associated muscle cramps (EAMC)—Altered neuromuscular control, dehydration or electrolyte depletion ? *British Journal of Sports Medicine*, 43: 401–408.
- Schwellnus, M. P. (2008). Cause of Exercise Associated Muscle Cramps (EAMC) -- altered neuromuscular control, dehydration or electrolyte depletion? *British Journal of Sports Medicine*, 43(6), 401–408. doi:10.1136/bjism..050401
- Shang, G., Collins, M., & Schwellnus, M. P. (2011). Factors Associated With a Self-Reported History of Exercise-Associated Muscle Cramps in Ironman Triathletes: A Case–Control Study. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 21(3), 204–210. doi:10.1097/jsm.0b013e31820bcbf
- Sharma, S., McFann, K., Chonchol, M., Kendrick, J. (2014). Dietary sodium and potassium intake is not associated with elevated blood pressure in US adults with no prior history of hypertension. *The Journal of Clinical Hypertension (Greenwich)*, 16(6):418–23 10.1111/jch.12312. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- Sharman, J. E. & LaGerche, A. (2015). Exercise blood pressure: clinical relevance and correct measurement. *Journal of Human Hypertension*, Jun;29(6): 351-8.doi: 10.1038/jhh.2014.84.
- Sharwood, K.A., Collins, M., Goedecke, J.H., Wilson, G., Noakes, T.D. (2004). Weight changes, medical complications, and performance during an Ironman

- triathlon. *British Journal of Sports Medicine*, 38(6):718–724.
doi: 10.1136/bjsm.2003.007187.
- Sharwood, K., Collins, M., Goedecke, J., Wilson, G., Noakes, T. (2002). Weight changes, sodium levels, and performance in the south african ironman triathlon. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 12,391–399. [CrossRef]
- Shirreffs, S.M., Armstrong, L.E., Cheuvront, S.N. (2004). Fluid and electrolyte needs for preparation and recovery from training and competition. *Journal of Sports Science*, 22(1):57–63. doi: 10.1080/0264041031000140572. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- Shirreffs, S.M., Maughan, R.J. (1998). Volume repletion after exercise-induced volume depletion in humans: replacement of water and sodium losses. *American Journal of Physiology*, 274:F868–75. [PubMed] [Google Scholar]
- Shirreffs, S.M., Merson, S.J., Fraser, S.M., Archer, D.T. (2004). The effects of fluid restriction on hydration status and subjective feelings in man. *British Journal of Nutrition*, 91(6):951–958. doi: 10.1079/BJN20041149.
- Shirreffs, S.M., Sawka, M.N., Stone, M. (2006). Water and electrolyte needs for football training and match-play. *Journal Sports of Science*, 24:699–707. 10.1080/02640410500482677 [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- Shirreffs, S.M., Sawka, M.N. (2011). Fluid and electrolyte needs for training, competition, and recovery. *Journal Sports of Science*, 29(Suppl 1):S39–S46. doi: 10.1080/02640414.2011.614269. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- Shirreffs, S.M. (2005). The importance of good hydration for work and exercise performance. *Nutrition Reviews*, 63(Suppl 1):S14–21.
- Shirreffs, S.M. and Maughan, R.J. (1998). Volume repletion following exercise-induced volume depletion in man: replacement of water and sodium losses. *American Journal of Physiology*, 274, F868–F875.
- Shirreffs, S.M., Taylor, A.J., Leiper, J.B. and Maughan, R.J. (1996). Post-exercise rehydration in man: effects of volume consumed and drink sodium content. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 28, 1260–1271.
- Shirreffs, S.M., Aragon-Vargas, L.M., Chamorro, M., Maughan, R.J., Serratos, L., Zachwieja, J.J. (2005). The sweating response of elite professional soccer players to training in the heat. *International Journal of Sports Medicine*, 26, 90–95.
- Shortt, C., Flynn, A. (1990). Sodium-calcium inter-relationships with specific reference to osteoporosis. *Nutrition Research Review*, 3: 101–115.
- Siegel, A.J., D’Hemecourt, P., Adner, M.M., Shirey, T., Brown, J.L., Lewandrowski, K.B. (2009). Exertional dysnatremia in collapsed marathon runners: A critical role for point-of-care testing to guide appropriate therapy. *American Journal of Clinical Pathology*, 132, 336–340. [CrossRef]

- Siegler, J.C., Marshall, P.W.M., Bray, J., Towlson, C. (2012). Sodium Bicarbonate Supplementation and Ingestion Timing. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(7), 1953–1958. doi:10.1519/jsc.0b013e3182392960
- Sims, S.T., Rehrer, N.J., Bell, M.L., Cotter, J.D. (2007). Preexercise sodium loading aids fluid balance and endurance for women exercising in the heat. *Journal of Applied Physiology*, 103:534–541. doi: 10.1152/jappphysiol.01203.2006. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- Sims, S.T., Van, V.L., Cotter, J.D., Rehrer, N.J. (2007). Sodium loading aids fluid balance and reduces physiological strain of trained men exercising in the heat. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39:123–130. doi: 10.1249/01.mss.0000241639.97972.4a. b
- Singh, A., Pelletier, P., Deuster, P. (1994). Dietary requirements for ultra-endurance exercise. *Sports Medicine*, 18:301–308.
- Souza, R.L., Souza, L. L., Oliveira, C.V.C. , Oliveira, C. Q., Teixeira, L. L. P., Almeida, L. A. B. , Bonfim, E. S. , Dos Santos, C. P. C. (2021). Effect of sodium bicarbonate supplementation on two different performance indicators in sports: a systematic review with meta-analysis. *Physical Activity and Nutrition*, Mar; 25(1): 7–15.
- Spano, M.D.; Zacharia Reagle, D.O. Timothy Evans. (2014). Symptomatic Hypotonic Hyponatremia Presenting at High Altitude. *Wilderness Environmental Medicine*, 25, 69-74.
- Spasovski, G., Vanholder, R., Allolio, B., et al. (2014). Clinical practice guideline on diagnosis and treatment of hyponatraemia. *European Journal of Endocrinology*, 170:G1–G47.
- Speedy, D.B., Noakes, T.D., Kimber, N.E., et al. (2001). Fluid balance in the Ironman triathlon. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 11:44–50.
- Speedy, D.B., Thompson, J., Rodgers, I., Collins, M., Sharwood, K. (2002). Oral salt supplementation during ultradistance exercise. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 12:279. doi: 10.1097/00042752-200209000-00004
- Speedy, D.B. (1996). The drinking athlete. *N Z J Sport Medicine*, 24: 33–34.
- Speedy, D. B., Noakes, T. D., & Schneider, C. (2001). Exercise-associated hyponatremia: A review. *Emergency Medicine Australasia*, 13(1), 17–27. doi:10.1046/j.1442-2026.2001.00
- Speedy, D.B., Campbell, R., Mulligan, G., Robinson, D.J., Walker, C., Gallagher, P., Arts, J.H. (1997). Weight changes and serum sodium concentrations after an ultradistance multisport triathlon. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 7, 100–103.

- Speedy, D.B., Faris, J.G., Hamlin, M., Gallagher, P.G., Campbell, R.G. (1997). Hyponatremia and weight changes in an ultradistance triathlon. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 7, 180–184.
- Speedy, D.B., Noakes, T.D., Rogers, I.R., Thompson, J.M., Campbell, R.G., Kuttner, J.A., Boswell, D.R., Wright, S., Hamlin, M. (1999). Hyponatremia in ultradistance triathletes. *Medicine Science of Sports Exercise*, 31, 809–815.[CrossRef]
- Stofan, J.R., Zachwieja, J.J., Horswill, C.A., Murray, R., Anderson, S.A., Eichner, ER. (2005). Sweat and sodium losses in NCAA football players: a pre-cursor to heat cramps? *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 15:641—652.
- Stolarz-Skrzypek, K., Bednarski, A., Czarnecka, D., Kawecka-Jaszcz, K., & Staessen, J. A. (2013). Sodium and Potassium and the Pathogenesis of Hypertension. *Current Hypertension Reports*, 15(2), 122–130. doi:10.1007/s11906-013-0331-x
- Stone, M., Edwards, J., Stemmans, C., Ingersoll, C., Palmieri, R., Krause, B.C. (2003). Athletic trainers' perceptions of exercise associated muscle cramps. *Journal Sport Rehabilitation*, 2:333–342. [Google Scholar]
- Merson Stuart, J., Maughan R.J., Shirreffs, S.M. (2008). Rehydration with drinks differing in sodium concentration and recovery from moderate exercise-induced hypohydration in man. *European Journal of Applied Physiology*, Jul;103(5):585-94. DOI: 10.1007/s00421-008-0748-0.
- Stuempfle, K.J., Lehmann, D.R., Case, H.S., Bailey, S., Hughes, S.L., McKenzie, J., Evans, D. (2002). Hyponatremia in a cold weather ultraendurance race. *Alaska Medicine*, 44:51–55. [PubMed] [Google Scholar]
- Stuempfle, K.J., Hoffman, M.D., Weschler, L.B., Rogers, I.R., Hew-Butler, T. (2011). Race diet of finishers and non-finishers in a 100 mile (161 km) mountain footrace. *Journal American College of Nutrition*, 30(6):529–535. doi: 10.1080/07315724.2011.10719999. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- Stuempfle, K.J (2010). Exercise-associated hyponatremia during winter sports. *Physician Sportsmed*, 38,101–106. [CrossRef]
- Stuempfle, K.J., Lehmann, D.R., Case, H.S., Hughes, S.L., Evans, D. (2003). Change in serum sodium concentration during a cold weather ultradistance race. *Clinical Journal of Sport Medicine*. 13, 171–175.
- Sugiura, T., Takase, H., Ohte, N., & Dohi, Y. (2018). Dietary Salt Intake is a Significant Determinant of Impaired Kidney Function in the General Population. *Kidney and Blood Pressure Research*, 1245–1254. doi:10.1159/000492406.

- Sulzer, N.U., Schweltnus, M.P., Noakes, T.D. (2005). Serum electrolytes in Ironman triathletes with exercise-associated muscle cramping. *Medical Science of Sports Exercise*, 37: 1081–1085.
- Summers, K.M., Snodgrass, S.J., Callister, R. (2014). Predictors of calf cramping in rugby league. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28:774—783.
- Suzuki, H., Takenaka, T., Kanno, Y., Ohno, Y., & Saruta, T. (2007). Sodium and Kidney Disease. *Nutrition and Kidney Disease: A New Era. Contribution to Nephrology*, Karger, vol 15590–101. doi:10.1159/000101002.
- Swash, M., Czesnik, D., & de Carvalho, M. (2018). Muscular cramp: causes and management. *European Journal of Neurology*. doi:10.1111/ene.13799
- Takamata, A., Mack, G.W., Gillen, C.M., Nadel, E.R. (1994). Sodium appetite, thirst, and body fluid regulation in humans during rehydration without sodium replacement. *American Journal of Physiology*, 266(5 Pt 2):R1493–R1502. [PubMed] [Google Scholar]
- Takamata, A., Mack, G.W., Stachenfeld, N.S., et al. (1995). Body temperature modification of osmotically induced vasopressin secretion and thirst in humans. *American Journal of Physiology*, 269:R874–R880.
- Talbott JH. (1935). Heat cramps. *Medicine*, 14:323.
- Tatematsu, M., Takahashi, M., Fukushima, S., Hananouchi, M., Shirai, T. (1975). Effects in rats of sodium chloride on experimental gastric cancers induced by N-methyl-N-nitro-N-nitrosoguanidine or 4-nitroquinoline-1-oxide. *Journal of the National Cancer Institute*, 55: 101–6.
- Teucher, B., Dainty, J.R., Spinks, C.A., Majsak- Newman, G., Berry, D.J., Hoogewerff, J.A., Foxall, R.J., Jakobsen, J., Cashman, K.D., Flynn, A., Fairweather-Tait, S.J. (2008). Sodium and bone health: impact of moderately high and low salt intakes on calcium metabolism in postmenopausal women. *Journal of Bone and Mineral Research*, 23: 1477–1485.
- The Lancet (2002). Age-specific relevance of usual blood pressure to vascular mortality: a meta-analysis of individual data for one million adults in 61 prospective studies., 360(9349), 1903–1913. doi:10.1016/s0140-6736(02)11911-8.
- The Lancet. (2011). Salt and cardiovascular disease mortality. *The Lancet*, 377(9778), 1626. doi:10.1016/s0140-6736(11)60657-0.
- Thomas, D.T., Erdman, K.A., 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 Academy Nutrition and Dietetics*, 116:501–528. doi: 10.1016/j.jand.2015.12.006. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]

- Thomas, D.T., Erdman, K.A., Burke, L.M. (2016). American College of Sports Medicine joint position statement. Nutrition and athletic performance. *Medical Science of Sports Exercise*, 48:543–568.
- Thomas, M.C., Moran, J., Forsblom, C., et al. (2011). The association between dietary sodium intake, ESRD, and all-cause mortality in patients with type 1 diabetes. *Diabetes Care*, 34(4):861–866. [PMC free article] [PubMed]
- Tiller, N. B., Roberts, J. D., Beasley, L., Chapman, S., Pinto, J. M., Smith, L., ... Bannock, L. (2019). International Society of Sports Nutrition Position Stand: nutritional considerations for single-stage ultra-marathon training and racing. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 16(1). doi:10.1186/s12970-019-0312-9
- Titze, J. (2015). A different view on sodium balance. *Current Opinion in Nephrology and Hypertension*, 24(1), 14–20. doi:10.1097/mnh.0000000000000008
- Tjønnå, A.E., Lee, S.J., Rognmo, Ø., Stølen, T.O., Bye, A., Haram, P.M., et al. (2008). Aerobic interval training versus continuous moderate exercise as a treatment for the metabolic syndrome. A pilot study *Circulation*, 118:346–54.
- Tsugane, S., Sasazuki, S., Kobayashi, M. et al. (2004). Salt and salted food intake and subsequent risk of gastric cancer among middle-aged Japanese men and women. *British Journal of Cancer*, 90:128–134.
- Twerenbold, R., Knechtle, B., Kakebeeke, T.H., Eser, P., Müller, G., Von Arx, P., et al. (2003). Effects of different sodium concentrations in replacement fluids during prolonged exercise in women. *British Journal of Sports Medicine*, 37(4):300–303. doi: 10.1136/bjsm.37.4.300. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- Tyler, C.J., Reeve, T., Hodges, G.J., Cheung, S.S. (2016). The Effects of Heat Adaptation on Physiology, Perception and Exercise Performance in the Heat: A Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 46, 1699–1724. [CrossRef] [PubMed]
- United States Department of Health and Human Sciences. (2015). Dietary Guidelines for Americans.
- Urso, C., Brucculeri, S., Caimi, G. (2012). Hyponatremia and physical exercise. *La Clinica Terapeutica*, 163, e349–e356.
- Urso, C., Brucculeri, S., Caimi, G. (2014). Physiopathological, epidemiological, clinical and therapeutic aspects of exercise-associated hyponatremia. *Journal Clinical of Medicine*, 3, 1258–1275. [CrossRef] [PubMed]
- US Department of Agriculture and US Department of Health and Human Services. (2010). Dietary Guidelines for Americans, 7th ed. Washington, DC: US Government Printing Office; December 2010.
- Valentine, V. (2007). The importance of salt in the athlete's diet. *Current Sports Medicine Report*, 6: 237–240.

- Van Horn, L. (2015). Dietary sodium and blood pressure: how low should we go? *Progress in Cardiovascular Disease*, 58:61 – 68.
- Van Rosendal, S.P., Coombes, J.S. (2012). Glycerol use in hyperhydration and rehydration: scientific update. *Medical of Sport Science*, 59:104–12.
- Verbalis, J.G., Barsony, J., Sugimura, Y., Tian, Y., Adams, D.J., Carter, E.A., Resnick, H.E. (2010). Hyponatremia-induced osteoporosis. *Journal of Bone Mineral Research*, 25:554–563.
- Verbalis, J.G., Goldsmith, S.R., Greenberg, A., et al. (2007). Hyponatremia treatment guidelines: expert panel recommendations. *American Journal of Medicine*, 2007;120:S1–S21
- Verbalis, J.G. (2015). Hyponatremia is associated with increased osteoporosis and bone fractures in a large US health system population. *Journal Clinical of Endocrinology & Metabolism*, 100:3021–3031.
- Verbalis, J.G. Goldsmith SR. Greenberg A, et al. (2013). Diagnosis, evaluation, and treatment of hyponatremia: expert panel recommendations. *American Journal of Medicine*, 126(Suppl 1):S1–42.
- Visser, F.W., Boonstra, A.H., Titia, L.A., Boomsma, F., Navis, G. (2008). Renal response to angiotensin II is blunted in sodium-sensitive men. *American Journal of Hypertension*, 21:323–8.
- Vollmer, W.M., Sacks, F.M., Ard, J, Appel, L.J., Bray, G.A., Simons-Morton, D.G., Conlin, P.R., Svetkey, L.P., Erlinger, T.P., Moore, T.J., Karanja, N., (2001). DASH-Sodium Trial Collaborative Research Group. Effects of diet and sodium intake on blood pressure: subgroup analysis of the DASH-sodium trial. *Annals of Internal Medicine*, 135:1019–1028.
- Vrijens, D.M.J., Rehrer, N.J. (1999). Sodium-free fluid ingestion decreases plasma sodium during exercise in the heat. *Journal Applied of Physiology*, 86:1847–1851.
- Hiller, W.D.B. (1986). Hyponatremia and ultramarathons. *JAMA*, 256: 213.
- Wagner, S., Knechtle, B., Knechtle, P., Rüst, C. A., & Rosemann, T. (2011). Higher prevalence of exercise-associated hyponatremia in female than in male open-water ultra-endurance swimmers: the “Marathon-Swim” in Lake Zurich. *European Journal of Applied Physiology*, 112(3), 1095–1106. doi:10.1007/s00421-011-2070-5
- Wang, J., Deng, Y., Zou, X., Luo, H., Jose, P. A., Fu, C., Zeng, C. (2018). Long-term low salt diet increases blood pressure by activation of the renin-angiotensin and sympathetic nervous systems. *Clinical and Experimental Hypertension*, 1–8. doi:10.1080/10641963.2018.15458.

- Wang, X.-Q., Terry, P. D., & Yan, H. (2009). Review of salt consumption and stomach cancer risk: Epidemiological and biological evidence. *World Journal of Gastroenterology*, 15(18), 2204. doi:10.3748/wjg.15.2204.
- Wenger, C.B. (1972). Heat of evaporation of sweat: thermodynamic considerations. *Journal Applied of Physiology*, 32:456–459.
- Wharam, P.C., Speedy, D.B., Noakes, T.D., Thompson, J.M., Reid, S.A., Holtzhausen, L.M. (2006). NSAID use increases the risk of developing hyponatremia during an Ironman triathlon. *Medical Science of Sports Exercise*, 38, 618–622.
- Whelton, P.K., Appel, L.J., Sacco, R.L., et al. (2012). Sodium,blood pressure, and cardiovascular disease:further evidence supporting the American HeartAssociation sodium reduction recommendations.*Circulation*, 126:2880–9.
- Whelton, P.K., Carey, R.M., Aronow, W.S., Casey, D.E. Jr., Collins, K.J., Dennison Himmelfarb, C., et al. (2017). ACC/AHA/AAPA/ABC/ACPM/AGS/APhA/ASH/ASPC/NMA/PCNA guideline for the prevention, detection, evaluation, and management of high blood pressure in adults: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines. *Journal of America College Cardiology*. 2018;71: e127–e248.
- Whelton, P.K., He, J. (2014). Health effects of sodium and potassium in humans. *Current Opinion in Lipidology*, 25, 75–79, doi:10.1097/MOL.0000000000000033.
- WHO (2012). Guideline sodium intake for adults and children. WHO Press, Geneva.
- Winger, J.M., Hoffman, M.D., Hew-Butler, T.D., Stuenkel, K.J., Dugas, J.P., Fogard, K, Dugas, LR. (2013). The effect of physiology and hydration beliefs on race behavior and postrace sodium in 161-km ultramarathon finishers. *International Journal of Sports Physiology Performance*, 8(5):536–541. doi: 10.1123/ijsp.8.5.536.
- World Cancer Research Fund/American Institute for Cancer Research. (2007). Food,nutrition, physical activity, and the prevention of cancer: a global perspective.Washington, DC. American Institute for Cancer Research.
- Yaghoobi, M., McNabbBaltar, J., Bijarchi, R., Hunt, R.H. (2017). What is the quantitative risk of gastric cancer in the firstdegree relatives of patients? A metaanalysis. *World Journal Gastroenterology*, 23: 2435–42.
- Ye Z, Lu X, Deng Y, Wang X, Zheng S, Ren H, Zhang M, Chen T, Jose PA, Yang J, et al. (2018). In utero exposure to fine particulate matter causes hypertension due to impaired renal dopamine D1 receptor in offspring. *Cell Physiology Biochemistry*, 46:148–59. 10.1159/000488418. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]

- Yin, X., Tian, M., & Neal, B. (2020). Sodium Reduction: How Big Might the Risks and Benefits Be? *Heart, Lung and Circulation*. doi:10.1016/j.hlc.2020.07.011
- Zoorob, R., Parrish, M.-E. E., O'Hara, H., & Kalliny, M. (2013). Sports Nutrition Needs. *Primary Care. Clinics in Office Practice*, 40(2), 475–486. doi:10.1016/j.pop.2013.02.013