



ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

**ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΤΟΜΕΑΣ ΚΛΑΣΙΚΟΥ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΥΠΕΡ-
ΜΑΡΑΘΩΝΙΟΥ ΔΡΟΜΟΥ»**

**Ονοματεπώνυμο Μαλλιωτάκη Αθηνά
Αριθμός Μητρώου: 9980201800216**

Επιβλέπων Καθηγητής: Ζαχαρόγιαννης Ηλίας

ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2024

© Copyright

Μαλλιωτάκη Αθηνά

Σημείωμα Συγγραφέα

Το δοκίμιο αυτό αποτελεί πτυχιακή εργασία που συντάχθηκε για το Προπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών του ΤΕΦΑΑ στη Σχολή Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του ΕΚΠΑ και υποβλήθηκε τον Ιανουάριο του 2024.

Η συγγραφέας βεβαιώνει ότι το περιεχόμενο του παρόντος έργου είναι αποτέλεσμα προσωπικής εργασίας και ότι έχει γίνει η κατάλληλη αναφορά στην εργασία τρίτων -όπου κάτι τέτοιο ήταν απαραίτητο-, σύμφωνα με τους κανόνες της ακαδημαϊκής δεοντολογίας.

ΤΙΤΛΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΥΠΕΡΜΑΡΑΘΩΝΙΟΥ ΔΡΟΜΟΥ

Περίληψη

Σκοπός της παρούσας εργασίας αποτελεί η αντικειμενική βιβλιογραφική ανασκόπηση και η παρουσίαση των πιο πρόσφατων επιστημονικών δεδομένων σχετικών με την τροφοδοσία, σε επίπεδο διατροφικής πρόσληψης και ενυδάτωσης, δρομέων υπεραποστάσεων κατά τη διάρκεια του αγώνα. Παράλληλα, επιδιώκεται η μετάφραση των υφιστάμενων θεωρητικών συστάσεων σε στρατηγικές πρακτικής εφαρμογής. Βάσει των αποτελεσμάτων της βιβλιογραφικής ανασκόπησης προκύπτει ότι δεν υπάρχουν μέθοδοι επιλογής όσον αφορά τη διατροφική υποστήριξη, ή τη διατροφική αξιολόγηση των αθλητών υπεραποστάσεων. Τα πιο πρόσφατα δεδομένα συγκλίνουν στη διαμόρφωση εξατομικευμένων πλάνων τροφοδοσίας τα οποία προτείνεται να διαμορφώνονται μέσω της αξιολόγησης συνδυασμού παραμέτρων που αφορούν στις προσωπικές ανάγκες και ιδιαιτερότητες του εκάστοτε αθλητή. Επιπρόσθετα, εξετάζεται και το ζήτημα της χορήγησης συμπληρωμάτων, εργογόνων και μη. Ως προς τα μη εργογόνα (βιταμίνες και ιχνοστοιχεία) συστήνεται να λαμβάνονται μόνο στην περίπτωση διαγνωσμένων διατροφικών ελλείψεων ή αδυναμίας επαρκούς πρόσληψης μέσω της διατροφής. Η χρήση συγκεκριμένων εργογόνων συμπληρωμάτων, από την άλλη, όταν γίνεται βάσει των προτεινόμενων πρωτοκόλλων χορήγησης, είναι ασφαλής και πιθανώς ωφέλιμη για την αθλητική απόδοση. Για την ολοκλήρωση της παρούσας πτυχιακής εργασίας αναζητήθηκαν πρωτογενή επιστημονικά άρθρα από τις επιστημονικές βάσεις δεδομένων Pubmed, Scopus, Science Direct και Google Scholar με τη χρήση λέξεων-κλειδιών που σχετίζονται με το θέμα προς μελέτη.

Λέξεις κλειδιά: υπερμαραθώνιος, υπερασποστάσεις, υπεραντοχή, τροφοδοσία, διατροφή, υδάτωση, ενεργειακές απαιτήσεις, συμπληρώματα, απόδοση.

Abstract

The purpose of this study is to review the current literature and present the most recent scientific data regarding nutritional strategies for the support of ultra-marathon runners during race. Additionally, the author attempts the translation of theoretical nutritional recommendations into practical implementation. According to the results of literature's review, it appears that there are no established "gold-standard" methods regarding evaluation of nutritional status of the ultra-distance runner and strategies for nutritional support during race. Scientific community recommends the development of personalized diet and hydration plans based on the assessment of a combination of parameters related to personal needs and preferences of the athlete. As far as the supplementation is concerned, the use of vitamins and minerals, unless a particular nutritional deficiency is diagnosed, ought to be avoided. On the other hand, ergogenic supplements, like caffeine, under particular conditions, when used according to official protocols are effective and can boost athlete's performance. For the completion of the thesis, numerous articles were searched and collected via the utilization of scientific databases like Pubmed, Scopus, Science Direct and Google Scholar and the use of relating key-words.

Key-words: ultra-marathon, ultra-distances, ultra-endurance, athlete's supply, nutrition, hydration, energy demands, supplementation, performance

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Περίληψη	i
Πίνακας Περιεχομένων	ii
Κατάλογος Σχημάτων	iii
Κατάλογος Πινάκων.....	iv
Κατάλογος Συμβόλων και Συντομογραφιών	v

I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....σελ.

Π. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ σελ.1

2.1	Ορισμός και είδη υπερμαραθωνίων.....	σελ. 2
2.2	Κυριότερα διατροφικά ζητήματα για τους δρομείς υπεραποστάσεων	σελ.4
2.3	Συστάσεις ως προς την πρόσληψη μακροθρεπτικών κατά τη διάρκεια του αγώνα	σελ.7
2.4	Εργογόνα και μη συμπληρώματα	σελ.15
2.5	Στρατηγικές για τον περιορισμό των γαστρεντερικών διαταραχών	σελ.23
2.6	Μεταβολή στην προτίμηση της γεύσης των τροφίμων κατά τη διάρκεια του αγώνα	σελ.24

III. ΣΥΖΗΤΗΣΗ σελ.27

VI. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ, ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ σελ.28

V. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....σελ.30

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1. Εκτίμηση ενυδάτωσης από χρώμα ούρων	σελ.9
Σχήμα 2. Εκτίμηση ενυδάτωσης από ειδικό βάρος ούρων	σελ.10

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1. Ενυδάτωση – Πρακτικές Συμβουλές	σελ.11
Πίνακας 2. Διαιτητικές πηγές Σιδήρου.....	σελ.16
Πίνακας 3. Σύνοψη των διαιτητικών συστάσεων	σελ.23
Πίνακας 4. Ενδεικτικές επιλογές τροφίμων στους σταθμούς τροφοδοσίας	σελ.25

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΥΜΒΟΛΩΝ ΚΑΙ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ

ΕΑΗ	Exercise-Associated Hyponatremia
ΣΒ	Σωματικό Βάρος
CHO	Υδατάνθρακες
ΗΕΠ	Ημερήσια Ενεργειακή Πρόσληψη
NO	Μονοξείδιο του Αζώτου
FODMAP	Fermentable Oligosaccharides, Disaccharides, Monosaccharides and Polyols

I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τις τελευταίες τρεις δεκαετίες, ο αριθμός των συμμετεχόντων στους υπερμαραθώνιους έχει αυξηθεί κατακόρυφα. Ενδιαφέρον εκδηλώνεται τόσο από επαγγελματίες όσο και από ερασιτέχνες αθλητές. Η προοδευτικά αυξανόμενη συμμετοχή έχει οδηγήσει στη δημιουργία της Διεθνούς Ένωσης Δρομέων Υπεραποστάσεων (The International Association of Ultrarunners, IAU) η οποία έχει και επισήμως αναγνωριστεί από τη Διεθνή Ένωση Ομοσπονδιών Κλασικού Αθλητισμού (International Association of Athletics Federations, IAAF).

Ο υπερμαραθώνιος είναι ένα ιδιαίτερα απαιτητικό αγώνισμα που συνεπάγεται έντονες σωματικές και ψυχολογικές προκλήσεις. Ένα ευρύ φάσμα παραγόντων επιδρά και καθορίζει την τελική απόδοση του δρομέα: μεταξύ άλλων, η αερόβια ικανότητα, οι αποκρίσεις του γαλακτικού οξέος, ενδογενή και εξωγενή ενεργειακά αποθέματα, ικανότητα θερμορρύθμισης του οργανισμού, ακεραιότητα του εντερικού επιθηλίου, ρυθμός τρεξίματος, κιναισθησία, ιδιοδεκτικότητα αλλά και η ανάγκη μεταφοράς εξοπλισμού, η διαθεσιμότητα τροφίμων και υγρών, η κατάσταση υγείας του αθλητή στη διάρκεια του αγώνα (π.χ. τραυματισμοί, ασθένεια, μόλυνση) καθώς και η γνωστική λειτουργία (ικανότητα λήψης αποφάσεων υπό συνθήκες κόπωσης και άγχους) είναι παράγοντες που θα επιδράσουν στην επίδοση και στο τελικό αποτέλεσμα του αγώνα.

Στους αγώνες υπερμαραθωνίων παρουσιάζεται, όπως θα δούμε και παρακάτω, ένα μεγάλο εύρος ως προς τα χαρακτηριστικά τους που αφορούν στις συνθήκες περιβάλλοντος, στην τοπογραφία και ανάγλυφο της περιοχής διεξαγωγής, στο μέγεθος της απόστασης και στη διάρκειά τους. Οι παράγοντες αυτοί επιδρούν στη διαμόρφωση των ημερήσιων ενεργειακών αναγκών των δρομέων οι οποίες, σε κάθε περίπτωση, είναι ιδιαίτερα υψηλές, σε βαθμό τέτοιο, που στόχος της διατροφικής υποστήριξης δεν αποτελεί η κάλυψη τους αλλά η - όσο το δυνατόν - μείωση του μεγέθους του ενεργειακού ελλείμματος που, ούτως ή άλλως, θα προκύψει.

Κατά τη διάρκεια ενός υπερμαραθωνίου, τα περισσότερα φυσιολογικά συστήματα του οργανισμού (όργανα και ιστοί) υπόκεινται σε ιδιαίτερα έντονο στρες και βλάβες: μυοσκελετικές φθορές και τραυματισμοί, επιβαρύνσεις σε καρδιά, ήπαρ, νεφρούς, γαστρεντερικό, ορμονικό και ανοσοποιητικό σύστημα (Knechtle & Nikolaidis, 2018). Σε συνδυασμό με το ενεργειακό έλλειμμα που χαρακτηρίζει τους υπερμαραθωνίους, ένα πλήθος δυνητικών προβλημάτων ανακύπτουν για την υγεία και την αθλητική απόδοση των δρομέων. Η διατροφή δύναται να συμβάλλει στη διαχείριση αυτών των προβλημάτων ενώ φέρει ρόλο – κλειδί στην υποστήριξη της προσπάθειας των αθλητών, τόσο κατά τη διάρκεια του αγώνα όσο και το διάστημα της προετοιμασίας και μετέπειτα της αποκατάστασης.

Οι στόχοι της τρέχουσας ανασκόπησης είναι: (α) η διερεύνηση των διατροφικών απαιτήσεων του υπερμαραθωνίου, (β) η μετατροπή των θεωρητικών συστάσεων ως προς τη διατροφική υποστήριξη σε εφαρμόσιμες οδηγίες, (γ) η παροχή πρακτικών συμβουλών σχετικά με την τη πρόληψη και της διαχείριση των γαστρεντερικών συμπτωμάτων που προκύπτουν από το τρέξιμο υπεραποστάσεων και (δ) η διερεύνηση των πεδίων που χρήζουν περαιτέρω έρευνας και σχετίζονται με τη διατροφική υποστήριξη, κατά τη διάρκεια του αγώνα, των δρομέων υπεραποστάσεων.

II. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

2.1 Ορισμός και είδη υπερμαραθωνίων

Με τον όρο «υπερμαραθώνιος» περιγράφεται κάθε οργανωμένος αγώνας του οποίου η απόσταση υπερβαίνει τα 42 χιλιόμετρα και 195 μέτρα (26.2 μίλια) τα οποία και αποτελούν την τυπική απόσταση του μαραθωνίου (Marilleau et al., 2011). Ο υπερμαραθώνιος ή εναλλακτικά αγώνας υπεραπόστασης συγκαταλέγεται στην κατηγορία των αθλημάτων υπεραντοχής (ultraendurance events). Ως αθλήματα υπεραντοχής ορίζονται εκείνα των οποίων η διάρκεια των αγώνων υπερβαίνει τις

έξι ώρες συνεχόμενα και ενδέχεται να περιλαμβάνει πολλαπλές ημέρες ή εβδομάδες αγώνα (Scheer, 2019). Τυπικά, η απόσταση του υπερμαραθωνίου αφορά σε ένα εύρος που ξεκινά, συνήθως, από τα 50 χιλιόμετρα και άνω, χωρίς να έχει οριστεί ανώτατο όριο. Συνήθεις αποστάσεις, ωστόσο, αποτελούν τα 50 και 100 χιλιόμετρα, τα 50 και 100 μίλια ενώ υπάρχουν και αγώνες άνω των 200 χιλιομέτρων (Zingg et al., 2013). Διακρίνονται δύο ευρύτερες κατηγορίες: αυτοί στους οποίους οι συμμετέχοντες καλούνται να διανύσουν μια καθορισμένη απόσταση και εκείνοι στους οποίους στόχος αποτελεί η κάλυψη της μεγαλύτερης δυνατής απόστασης σε καθορισμένο χρόνο (για παράδειγμα εντός 12, 12, 48 ωρών ή 6 ημερών). Οι αγώνες υπεραποστάσεων παρουσιάζουν ποικιλομορφία ως προς την τοπογραφία και τις επικρατούσες περιβαλλοντικές συνθήκες οι οποίες σε μερικές περιπτώσεις μπορούν να χαρακτηριστούν ως ακραίες. Ακολουθούν μερικές δημοφιλείς διοργανώσεις υπερμαραθωνίων (Tiller et al., 2019) :

- Σπάρταθλον (διαδρομή Αθήνα – Σπάρτη, 246.8 χιλιόμετρα).
- Marathon des Sables – “Μαραθώνιος της Άμμου” (Μαρόκο, ετήσια μεταβαλλόμενη απόσταση περίπου 230 χιλιομέτρων, 7 συνεχόμενες ημέρες).
- Western States 100-Mile Endurance Run (Καλιφόρνια, 100.2 μίλια τα οποία πρέπει να καλυφθούν πριν τη συμπλήρωση 30 ωρών για τη λήψη μεταλλίου).
- Ultra-Trail du Mont-Blanc (Γαλλικές, Ιταλικές και Ελβετικές Άλπεις, ο κύριος αγώνας UTMB με περίπου 171 χιλιόμετρα και ανώτατο χρονικό όριο τερματισμού τις 46:30 ώρες).
- Last Desert (Ανταρκτική, 250 χιλιόμετρα, 6 διαδρομές με συγκεκριμένο χρονικό όριο τερματισμού για την κάθε μία, 7 ημέρες).

Οι υπερμαραθώνιοι διακρίνονται σε δύο κατηγορίες ως προς την τροφοδοσία:

- Αγώνες με ημι-υποστήριξη (semi-supported)

- Αγώνες με πλήρη απουσία υποστήριξης στους οποίους η τροφοδοσία εναπόκειται αποκλειστικά στα αποθέματα τροφής και υγρών του ίδιου του αθλητή.

2.2 Κυριότερα διατροφικά ζητήματα που αφορούν στους δρομείς υπεραποστάσεων

Ενεργειακό έλλειμμα

Η παρατεταμένη χρονική διάρκεια των υπερμαραθωνίων συνεπάγεται ιδιαίτερα αυξημένες ενεργειακές δαπάνες για τους συμμετέχοντες αθλητές. Έχει υπολογιστεί ότι το ενεργειακό έλλειμμα για έναν αθλητή υπεραντοχής μπορεί να ανέλθει στις 7000 θερμίδες ανά ημέρα αγώνα (Knechtle & Nikolaidis, 2019). Πιο συγκεκριμένα, γι' έναν υπερμαραθώνιο 24ώρων και μονής διαδρομής (single-stage ultramarathon) με χιλιομετρικό εύρος 122 – 208 χλμ. έχουν υπολογιστεί ημερήσιες ενεργειακές δαπάνες που ανέρχονται μέχρι και σε 18.000 θερμίδες (Costa et al., 2014). Για υπερμαραθώνιους πολλαπλών σταδίων και ημερών, οι ενεργειακές δαπάνες ανέρχονται σε ένα εύρος 3800 – 5700 θερμίδων ανά ημέρα και εξαρτώνται από το μέγεθος των αποστάσεων, των αριθμό των ημερών και τις περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούν (Costa et al., 2013). Σε κάθε περίπτωση, οι ενεργειακές δαπάνες τέτοιου μεγέθους αποτελούν άμεσο κίνδυνο για τη σωματική υγεία, επιφέροντας σημαντικές μεταβολές στη σύσταση σώματος, όπως θα αναλυθεί παρακάτω, ενώ δρουν ανασταλτικά ως προς την επίδοση του αθλητή (Black et al., 2012). Να σημειωθεί ότι το αρνητικό ενεργειακό ισοζύγιο δεν είναι δυνατόν να αποτραπεί μέσω της πρόσληψης επαρκούς θερμιδικού περιεχομένου. Ωστόσο, η πρόσληψη μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών συστατικών μέσω ενός εξατομικευμένου για τον/την αθλητή/τρια διατροφικού πλάνου σε συνδυασμό με λήψη συμπληρωμάτων - όταν είναι αναγκαίο – συμβάλλουν στη διατήρηση της καλής υγείας και στη βελτιστοποίηση της απόδοσης.

Μεταβολές στη σύσταση σώματος

Το μείζον ενεργειακό έλλειμμα που παρατηρείται σε αθλητές υπεραντοχής επιφέρει σημαντικές απώλειες ως προς τη σωματική μάζα και έντονες μεταβολές στη σύσταση σώματος. Έχουν αναφερθεί απώλειες μεγαλύτερες από 5% από το αρχικά καταγεγραμμένο σωματικό βάρος (ΣΒ) σε σχέση με αυτό μετά την ολοκλήρωση ενός αγώνα υπεραντοχής (Knechtle et al., 2007). Σε ό,τι αφορά στη σύσταση του σώματος, μειώσεις παρουσιάζονται τόσο στη σκελετική μυϊκή όσο και στη λιπώδη μάζα. Η διάρκεια και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του αγώνα επηρεάζουν το κατά πόσο η απώλεια μάζας σώματος οφείλεται στη μείωση της λιπώδους μάζας, της σκελετικής μυϊκής μάζας ή σε συνδυασμό αυτών καθώς και στην απώλεια υγρών.

Διαταραχές ισορροπίας ύδατος και ηλεκτρολυτών

Η αφυδάτωση και η υπερβολική πρόσληψη υπότονων και ισότονων υγρών κατά τη διάρκεια του αγώνα με σκοπό την αποφυγή της πρώτης αποτελούν τα κυριότερα ζητήματα που απασχολούν τους αθλητές υπεραντοχής και συνεπώς και τους δρομείς υπεραποστάσεων σε ό,τι αφορά στην πρόσληψη υγρών.

Η αφυδάτωση μπορεί να προϋπάρχει της έναρξης της άσκησης, είτε να δημιουργηθεί κατά τη διάρκεια αυτής. Προκύπτει όταν ο ρυθμός πρόσληψης υγρών υπολείπεται του ρυθμού απωλειών υγρών. Συνεπάγεται μείωση της αερόβιας ικανότητας, αύξηση της καρδιακής συχνότητας, της καρδιαγγειακής επιβάρυνσης και της θερμοκρασίας πυρήνα του σώματος ενώ συσχετίζεται αρνητικά με την αθλητική απόδοση.

Η μη επαρκής πρόσληψη υγρών που οδηγεί στην αφυδάτωση αποτελεί κοινό πρόβλημα μεταξύ των αθλητών. Ωστόσο, ένα ακόμα πρόβλημα που δεν πρέπει να υποτιμάται είναι η υπερβολική πρόσληψη υγρών η οποία συνδέεται με το φαινόμενο της υπονατριαιμίας που σχετίζεται με την άσκηση (Exercise-Associated Hyponatremia). Η ΕΑΗ προκύπτει όταν οι συγκεντρώσεις των κατιόντων νατρίου ($[Na^+]$) είναι μικρότερες από 135mmol/L και παρατηρούνται ως μειωμένες είτε κατά τη διάρκεια του αγώνα, είτε εντός του πρώτου 24ώρου μετά το πέρας της

δοκιμασίας (Rothwell et al., 2011). Σχετίζεται με αυξημένη νοσηρότητα σε κατ' άλλα υγιή άτομα που συμμετέχουν σε προπόνηση – αγώνα αντοχής (endurance) και υπεραντοχής (ultraendurance; Rosner, 2009). Έχει παρατηρηθεί μεγαλύτερη επίπτωση της ΕΑΗ σε δρομείς και κολυμβητές υπεραποστάσεων σε σχέση με τους ποδηλάτες αντίστοιχης κατηγορίας. Τα συμπτώματα που χαρακτηρίζουν την ΕΑΗ μπορεί να είναι από ήπια (αίσθημα κόπωσης, ζάλη) έως ιδιαιτέρως σοβαρά, όπως επιληπτικές κρίσεις ή ακόμα και απώλεια συνείδησης (Hew-Butler et al., 2017).

Το φαινόμενο της αναιμίας των αθλητών

Με τον όρο «αναιμία αθλητών» περιγράφεται το φαινόμενο της μεταβολής των επιπέδων (μείωση) των ερυθρών αιμοσφαιρίων (RBC) έπειτα από παρατεταμένη άσκηση (Lombardi et al., 2013). Ο μηχανισμός του φαινομένου δεν έχει πλήρως διαλευκανθεί, ωστόσο, πιθανοί αιτιολογικοί παράγοντες αποτελούν το οξειδωτικό στρες στο οποίο υποβάλλεται ο οργανισμός κατά τη διάρκεια παρατεταμένης και επίπονης άσκησης και οι χημικοί παράγοντες που εκλύονται καθώς και η αφυδάτωση. Συνέπεια αυτών αποτελούν οι αλλαγές στη δομή και τη λειτουργία των RBC με αποτέλεσμα την αιμόλυση (Connors et al., 2013). Η αιμόλυση αποτελεί τον προτεινόμενο μηχανισμό για το φαινόμενο της «αναιμίας των αθλητών» στα αγωνίσματα υπεραντοχής (Yusof et al., 2007).

Γαστρεντερικές διαταραχές

Ο οργανισμός των αθλητών υπεραποστάσεων υπόκειται σε ιδιαίτερα έντονη καταπόνηση. Μία από τις πιο κοινές επιπτώσεις αυτής αποτελεί η εμφάνιση γαστρεντερικών διαταραχών. Ένα υψηλό ποσοστό των αθλητών (50-80%) αναφέρει παρουσία συμπτωμάτων όπως διάρροια, έμετος, ναυτία, στομαχικές ή εντερικές κράμπες (Stuempfle & Hoffman, 2015). Μεταξύ των πιθανών αιτιολογιών αναφέρονται τα εξής: η παρατεταμένη άσκηση προκαλεί μικροτραυματισμούς στο έντερο οι οποίοι αυξάνουν τη διαπερατότητά του (Karhu et al., 2017). Επιπρόσθετα, ιδιαίτερα σε ό,τι αφορά στους δρομείς, το τρέξιμο

αυξάνει την κινητικότητα του εντέρου με αποτέλεσμα την καταγραφή εντονότερων συμπτωμάτων στις δοκιμασίες τρεξίματος συγκριτικά με την ποδηλασία (Peters et al., 1995).

2.3 Συστάσεις ως προς την πρόσληψη μακροθρεπτικών συστατικών κατά τη διάρκεια του αγώνα

Υδατάνθρακες

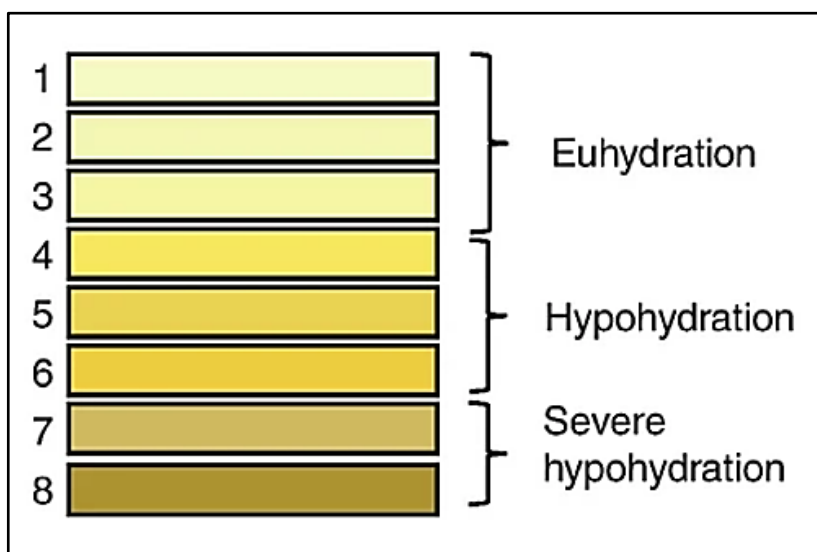
Είναι, πλέον, επαρκώς τεκμηριωμένη η αναγκαία και θετική επίδραση της κατανάλωσης υδατανθράκων στην αθλητική απόδοση σε αγωνίσματα αντοχής και υπερ-αντοχής (Stellingwerff & Cox, 2014). Σε αγώνες υπεραποστάσεων, όπως είναι ο υπερμαραθώνιος, συνίσταται η πρόσληψη πολλαπλώς μεταφερόμενων υδατανθράκων (Multiple Transportable Carbohydrates, MTC) δηλαδή, μειγμάτων γλυκόζης-φρουκτόζης (π.χ 2:1). Ο ρυθμός χορήγησης προτείνεται σε 90 γρ/ώρα (εάν η ποσότητα είναι ανεκτή) για αγώνες με διάρκεια μεγαλύτερη των 4 ωρών (Dt et al., 2016b). Η χρησιμότητα των MTC έγκειται στο ότι αυξάνουν τη διαθεσιμότητα και τον ρυθμό οξείδωσης των εξωγενώς χορηγούμενων υδατανθράκων κατά τη διάρκεια της άσκησης σε σχέση με την αποκλειστική χορήγηση γλυκόζης. Συγκεκριμένα, σε μελέτες έχει φανεί αύξηση στο ρυθμό οξείδωσης των εξωγενών υδατανθράκων έως και 65% μετά τη χορήγηση μείγματος γλυκόζης: φρουκτόζης σε σύγκριση μόνο με γλυκόζη. Η αξιοποίηση διαφορετικών μεταφορέων υδατανθράκων στο λεπτό έντερο μειώνει τον ανταγωνισμό σχετικά με την απορρόφηση και συνεπώς τα εν λόγω σάκχαρα απορροφώνται τουλάχιστον τμηματικά από διαφορετικούς εντερικούς μεταφορείς. Ο ταχύτερος ρυθμός εντερικής απορρόφησης των σακχάρων αυξάνει τελικά τη διαθεσιμότητα της εξωγενούς χορηγούμενης γλυκόζης για οξείδωση στην αιματική κυκλοφορία (Dt et al., 2016; Jeukendrup, 2010).

Υγρά

Οι δρομείς υπερασποστάσεων είναι σημαντικό να στοχεύουν στην επίτευξη των βέλτιστων επιπέδων υδάτωσης (euhydration) τόσο κατά τη διάρκεια της προπόνησης όσο και στη διάρκεια του αγώνα (McDermott et al., 2017). Η κατάσταση της καλής υδάτωσης δε μπορεί να επιτευχθεί ούτε μέσω της κατά βούλησης πρόσληψης υγρών βάσει του αισθήματος δίψας (ad libitum drinking), ούτε μέσω της υπερενυδάτωσης (overdrinking). Η «ad libitum» πρακτική ενέχει τον κίνδυνο υποενυδάτωσης, ενώ η υπερπρόσληψη υγρών ενδέχεται να οδηγήσει σε ΕΑΗ. Για να αποφευχθούν οι προαναφερόμενοι κίνδυνοι που λειτουργούν επιβλαβώς τόσο στην απόδοση όσο και στην υγεία του αθλητή συστήνεται η διαμόρφωση και εφαρμογή εξατομικευμένου προγράμματος υδάτωσης στόχος του οποίου θα αποτελεί η εξασφάλιση επαρκούς υδάτωσης βάσει των ιδιαίτερων αναγκών του, πριν, κατά τη διάρκεια και μετά το πέρας του αγώνα.

Για τη διαμόρφωση ενός εξατομικευμένου πλάνου, είναι σημαντικό ο αθλητής, στη διάρκεια των προπονήσεων που προσομοιάζουν τις συνθήκες του αγώνα, να εξετάσει ορισμένες παραμέτρους με σκοπό την εκτίμηση των απωλειών σε υγρά. Πρώτον, αλλαγές στο ΣΒ: μετράτε το ΣΒ λίγο πριν τον αγώνα και μετά το πέρας αυτού (μετά την κένωση της ουροδόχου κύστεως) (Corcoran & Ayotte, 2019). Στην περίπτωση των υπερμαραθωνίων που υπερβαίνουν τις 4 ώρες σε διάρκεια, είναι σημαντικό να γίνει μια προσαρμογή της τάξεως του 2-5% επί του ΣΒ διότι τα μόρια ύδατος που απελευθερώνονται κατά τη διάσπαση του γλυκογόνου είναι σε τέτοια ποσότητα που επηρεάζουν το τελικό αποτέλεσμα (Burke, 2019). Εν τέλει, μετά και τις προσαρμογές, το ποσοστό μεταβολής του ΣΒ δεν πρέπει να υπερβαίνει το 2% ($\Sigma\text{B} \pm 2\%$) (Shephard, 2007). Σημαντικός είναι και ο προσδιορισμός του όγκου των υγρών που καταναλώνονται σε μια αντιπροσωπευτική του αγώνα προπόνηση: σημειώνεται ο αρχικός όγκος υγρών και η εναπομείνουσα ποσότητα μετά το πέρας του αγώνα και υπολογίζεται η διαφορά. Ένας άλλος απλός και πρακτικός τρόπος αξιολόγησης των επιπέδων υδάτωσης αποτελεί ο έλεγχος χαρακτηριστικών που αφορούν στα ούρα όπως είναι το χρώμα, το ειδικό βάρος και

η ωσμωτικότητα. Το χρώμα μπορεί να αξιολογηθεί μέσω της Κλίμακας Αξιολόγησης Χρώματος Ούρων (Armstrong Scale) ενώ το ειδικό βάρος και η ωσμωτικότητα μέσω της χρήσης φορητής συσκευής με τη μέτρηση να γίνεται κατά την πρώτη πρωινή ούρηση ώστε να διαπιστωθεί εξαρχής η κατάσταση υδάτωσης του αθλητή (Corcoran & Ayotte, 2019). Γενικώς, είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η αξιολόγηση των παραμέτρων που αφορούν στα ούρα έχει νόημα να πραγματοποιείται μόνο πριν την αρχή του αγώνα στο πλαίσιο εκτίμησης της κατάστασης υδάτωσης με την οποία ξεκινά ο αθλητής την προσπάθειά του. Κατά τη διάρκεια ενός τόσο εκτενούς αγώνα όσο ένας υπερμαραθώνιος, υπάρχουν πολλοί παράγοντες που επιδρούν στους δείκτες που αφορούν στα ούρα και συνεπώς τα αποτελέσματα που προκύπτουν δεν είναι αντιπροσωπευτικά των πραγματικών επιπέδων υδάτωσης του αθλητή.



Σχήμα 1. Εκτίμηση ενυδάτωσης από χρώμα ούρων (Armstrong et al., 2010)

Ειδικό βάρος ούρων (καθαρή τιμή)	Ωσμωτικότητα ούρων (mOsm/Kg)	Ερμηνεία
1001 – 1010	> 350	Υπερ-ενυδατωμένος
1011 – 1020	350 - 700	Καλώς ενυδατωμένος
1021 – 1030	700 – 1050	Υπο-ενυδατωμένος
> 1031	> 1050	Σοβαρή υπο-ενυδάτωση

Σχήμα 2. Εκτίμηση ενυδάτωσης από το ειδικό βάρος των ούρων (Sawka et al., 2005)

Υπάρχει μία γενικότερη σύσταση ως προς το ρυθμό πρόσληψης υγρών σε αγώνες υπεραντοχής: 400-800 ml/h κατά τη διάρκεια του αγώνα. Ο συγκεκριμένος ρυθμός δύναται να αποτρέψει τον κίνδυνο ΕΑΗ, όχι όμως, και το αντίθετο ενδεχόμενο, αυτό της υπερνατριαιμίας, λόγω της πιθανότητας να καταναλωθεί τελικά μικρότερος όγκος υγρών από τον απαιτούμενο (Dt et al., 2016; Schenk et al., 2010).

Ως προς τα αθλητικά ποτά, η επιστημονική κοινότητα συναινεί στο ότι η κατανάλωση υποτονικών ή ισοτονικών διαλυμάτων που περιέχουν ηλεκτρολύτες και CHO μπορεί να βοηθήσει στη διατήρηση της υδατικής και ηλεκτρολυτικής ισορροπίας και κατ' επέκταση στη διατήρηση της καλής αθλητικής απόδοσης (Shephard, 2007). Οι συνιστώμενες συγκεντρώσεις είναι: 10–30 mmol/L νατρίου, 3–5 mmol/L καλίου και ~5–8% (5-8 g CHO/100 mL) CHO (Maughan et al., 2018). Οι αθλητές είναι σημαντικό να έχουν υπόψη τους ότι τα αθλητικά ποτά με περιεκτικότητα άνω του 8% σε CHO (υπερτονικά) μειώνουν τη γαστρική κένωση και επιφέρουν κατακράτηση ύδατος, συνεπώς, προτείνεται η αποφυγή τους εάν ο στόχος είναι να επιτευχθεί αναπλήρωση των απωλειών σε υγρά και ηλεκτρολύτες πέρα από την ενίσχυση της εξωγενούς χορηγούμενης ποσότητας σε CHO (Chatterjee & Abraham, 2019; Wallis et al., 2005).

Συνοψίζοντας, βάσει των υφιστάμενων δεδομένων, δεν υπάρχει κάποια μέθοδος εκλογής (gold-standard) ως προς την αξιολόγηση των επιπέδων υδάτωσης

του αθλητή. Η σύσταση από την επιστημονική κοινότητα, ιδιαίτερα όταν πρόκειται για αξιολόγηση που γίνεται υπαίθρια, είναι ο συνδυασμός διαφόρων πρακτικών μεθόδων (μεταβολές στο ΣΒ, οσμοτικότητα και ειδικό βάρος ούρων, εκτίμηση του ρυθμού εφίδρωσης και της περιεκτικότητας του ιδρώτα σε κατιόντα) προκειμένου να επιτευχθεί, όσο το δυνατόν, υψηλότερη εγκυρότητα και ακρίβεια ως προς την αξιολόγηση των παραμέτρων που αφορούν στην κατάσταση υδάτωσης του αθλητή (Barley et al., 2020).

Πίνακας 1. *Ενυδάτωση – Πρακτικές Συμβουλές*

- Έναρξη της άσκησης με επίπεδα βέλτιστης υδάτωσης, αποφυγή υπερ-ενυδάτωσης.
- Αποφυγή πρόσληψης μεγάλου όγκου υγρών κατά τη διάρκεια του αγώνα.
- Σε περίπτωση γαστρεντερικής δυσφορίας κατανάλωση μικρών ποσοτήτων υγρών σε συχνά διαστήματα.
- Αποφυγή της υπερβολικής πρόσληψης νατρίου, ικανοποίηση της επιθυμίας για κατανάλωση αλμυρού σνακ όταν αυτή προκύπτει.
- Σε αγώνες που ο ίδιος ο δρομέας καλείται να εξασφαλίσει τα προσωπικά αποθέματα υγρών, είναι πολύ σημαντικό αυτά να διαμορφωθούν βάσει ενός εξατομικευμένου πλάνου που έχει προκύψει από ενδελεχή αξιολόγηση σχετικών παραμέτρων για τον αθλητή και λαμβάνοντας υπόψη, μεταξύ άλλων, τις περιβαλλοντικές συνθήκες.
- Το ποσοστό μεταβολής του σωματικού βάρους, με τις απαραίτητες προσαρμογές (μεταβολές ΣΒ λόγω οξείδωσης ενεργειακών υποστρωμάτων, απελευθέρωσης μορίων νερού κατά την οξείδωση και την γλυκογονόλυση), είναι ενδεικτικό της κατάστασης υδάτωσης του αθλητή.
- Ο εγκλιματισμός σε θερμό περιβάλλον είναι πολύτιμος όταν ο υπερμαραθώνιος λαμβάνει χώρα σε περιβάλλον με υψηλές θερμοκρασίες.

Ηλεκτρολύτες

Οι απώλειες νατρίου μέσω της εφίδρωσης παρουσιάζουν διακύμανση μεταξύ των αθλητών. Η συγκέντρωση των κατιόντων Na^+ κυμαίνεται από 200 έως 2.000 mg/L (Baker et al., 2015). Στο εύρος θερμοκρασιών $15^\circ\text{C} - 37^\circ\text{C}$ και υγρασίας σε ποσοστό 50% έχει φανεί οι αθλητές χάνουν 1 έως 1,5 L υγρών ανά ώρα. Για τον προσδιορισμό των απωλειών νατρίου μεμονωμένα για κάθε αθλητή μπορεί να εφαρμοστούν δοκιμασίες που υπάγονται στην κατηγορία “sweat sodium testing” (Barnes et al., 2019). Υπάρχουν διαφορετικές μέθοδοι, όλες με πλεονεκτήματα και περιορισμούς (Baker et al., 2018; Baker et al., 2014). Μία σχετικά απλή και πρακτική μέθοδος είναι αυτή των ειδικών επιθεμάτων που μπορούν να τοποθετηθούν σε συγκεκριμένα σημεία του σώματος του αθλητή. Μέσω αυτών συλλέγεται ο ιδρώτας που παράγεται μετά από άσκηση που παρομοιάζει την ένταση, τη διάρκεια και τις περιβαλλοντικές συνθήκες του αγώνα-στόχου και προσδιορίζεται η συγκέντρωση των κατιόντων Na^+ και K^+ σε αυτόν (Baker, 2017). Το αποτέλεσμα της δοκιμασίας δεν πρέπει να ερμηνεύονται – λαμβάνονται υπόψη με αυστηρότητα. Είναι σημαντικό να συνυπολογίζονται οι περιορισμοί των δοκιμασιών και οι διακυμάνσεις στις περιβαλλοντικές συνθήκες μέσα στην ίδια ημέρα (Baker et al., 2014).

Οι αθλητές υπεραποστάσεων, και συνεπώς και οι μαραθωνοδρόμοι, συνίσταται να καταναλώνουν αθλητικά ποτά που περιέχουν νάτριο. Στην αγορά, η περιεκτικότητα των σκευασμάτων σε νάτριο ποικίλει: τα περισσότερα αθλητικά ποτά έχουν περιεκτικότητα 500 mg/L, αλλά υπάρχουν και μερικά με υψηλότερες συγκεντρώσεις 800 έως 1.500 mg/L (Corcoran & Ayotte, 2019b). Βάσει και των αποτελεσμάτων των δοκιμασιών εφίδρωσης που αναφέρθηκαν προηγουμένως, ο αθλητής μπορεί να κατατοπιστεί ευκολότερα ως προς την επιλογή της κατάλληλης για αυτόν περιεκτικότητας.

Για πρακτικούς λόγους, υπάρχει και η δυνατότητα δημιουργίας διαλύματος νατρίου και από τον ίδιο τον αθλητή: ένα τέταρτο κουταλάκι του γλυκού

επιτραπέζιου αλατιού περιέχει περίπου 400 έως 500 mg νατρίου, επομένως η ανάλογη ποσότητα μπορεί να διαλυθεί σε νερό. Όσον αφορά στα δισκία αλατιού (salt pills), αυτά χρησιμοποιούνται συνήθως με στόχο την ενίσχυση της πρόσληψης νατρίου για αγώνες με διάρκεια μεγαλύτερη των 4 ωρών. Η ποσότητα νατρίου ανά δισκίο μπορεί να κυμαίνεται από 150 έως 1.000 χιλιοστόγραμμα (milligrams; Corcoran & Ayotte, 2019b). Τα δισκία αλατιού – και γενικά τα σκευάσματα με υψηλές συγκεντρώσεις νατρίου – πρέπει να χρησιμοποιούνται με σύνεση και όχι σε καθημερινή βάση διότι η υπερωσμωτική τους ιδιότητα οδηγεί σε εισροή νερού στον εντερικό αυλό και ενδέχεται να αυξήσει τον κίνδυνο ή να επιδεινώσει την ήδη υπάρχουσα αφυδάτωση και να προκαλέσει γαστρεντερική δυσφορία. Συνοψίζοντας, οι αθλητές είναι σημαντικό να επιδιώκουν την ηλεκτρολυτική ισορροπία η οποία είναι ζωτικής σημασίας πρωτίστως για τη διατήρηση της υγείας και μετέπειτα για βέλτιστη απόδοση (Corcoran & Ayotte, 2019b).

Πρωτεΐνη

Οι απαιτήσεις των αθλητών σε πρωτεΐνη είναι αυξημένες σε σχέση με τις αντίστοιχες του γενικού πληθυσμού (0,8 g/kg/ημέρα). Βάσει επιστημονικών δεδομένων, προτείνεται ένα εύρος 1,2 – 2,0 g/kg/ημέρα, προκειμένου να επιτευχθούν οι κατάλληλες μυϊκές προσαρμογές μετά από προπονητική συνεδρία και να εξασφαλιστεί η επιδιόρθωση των ιστών (Jäger et al., 2017). Η κατανομή της συνολικής ποσότητας πρωτεΐνης κατά τη διάρκεια της ημέρας προτείνεται σε 0,3/Kg ΣΒ ανά 3-5 ώρες. Σε περίπτωση τραυματισμού, ο αθλητής είναι σημαντικό να επιδιώξει την πρόσληψη 2,0 g/kg/ημέρα πρωτεΐνης για να αποτρέψει την απώλεια άλιπης μάζας σώματος. Γενικά, είναι πολύ σημαντικό, οι αθλητές να στοχεύουν στην κάλυψη των ενεργειακών τους απαιτήσεων και κατ' επέκταση στη διατήρηση του ενεργειακού ισοζυγίου, έτσι ώστε τα αμινοξέα να χρησιμοποιούνται για τη σύνθεση πρωτεϊνών και όχι οξείδωση (Jäger et al., 2017).

Πριν την άσκηση-αγώνα, υπάρχει η σύσταση για πρόσληψη 0,3/Kg ΣΒ πρωτεΐνης, με την προϋπόθεση ότι η ποσότητα αυτή είναι ανεκτή από τον αθλητή.

Επιπρόσθετα, εάν η άσκηση χαρακτηρίζεται από υψηλή ένταση, κατά τη διάρκεια του αγώνα, ο αθλητής μπορεί να λάβει 0,25g/Kg ΣΒ/ώρα πρωτεΐνης με σκοπό την ελαχιστοποίηση της μυϊκής βλάβης (Dt et al., 2016). Το πλέον δεδομένο είναι, βάσει και ευρείας επιστημονικής τεκμηρίωσης, ότι ο αθλητής είναι εξαιρετικά κρίσιμο να εστιάσει στην πρωτεϊνική πρόσληψη στο άμεσο διάστημα που έπεται της ολοκλήρωσης του αγώνα. Η πρόσληψη 20-30g (0,2- 0,3g/kgΣΒ) πρωτεΐνης με υψηλή περιεκτικότητα σε απαραίτητα αμινοξέα (10g), εντός των πρώτων δύο ωρών μετά την ολοκλήρωση της άσκησης – αγώνα, υποστηρίζει την αποκατάσταση των μυών και ωφελεί τους αθλητές που αγωνίζονται για διαδοχικές ημέρες (Dt et al., 2016).

Λιποειδή

Για τους αθλητές, οι συστάσεις ως προς την πρόσληψη λιποειδών είναι ίδιες με αυτές για τον γενικό πληθυσμό: 20 - 35 % της συνολικής ημερήσιας ενεργειακής πρόσληψης (ΣΗΕΠ) και το ποσοστό του κορεσμένων λιποειδών να είναι μικρότερο του 10% της ΣΗΕΠ. Δεν προτείνεται η πρόσληψη λίπους να είναι μικρότερη του εύρους 20-35% καθώς προκύπτει ο κίνδυνος της ταυτόχρονης ανεπαρκούς πρόσληψης λιποδιαλυτών βιταμινών και απαραίτητων λιπαρών οξέων συμπεριλαμβανομένων και των ω-3. Οι μόνες περιπτώσεις περιορισμού της πρόσληψης λιποειδών αφορούν στην περίοδο εφαρμογής των πρωτοκόλλων υδατανθράκωσης και το χρονικό διάστημα λίγο πριν την έναρξη του αγώνα με σκοπό την αποφυγή γαστρεντερικής δυσφορίας (DeSalvo et al., 2016).

Οι αθλητές αντοχής και υπεραντοχής προπονούνται και αγωνίζονται πέρα από το σημείο εξάντλησης των ενδογενών αποθεμάτων υδατανθράκων του οργανισμού (Alcock et al., 2018). Η προσλαμβανόμενη ποσότητα υδατανθράκων, κατά τη διάρκεια της άσκησης, δεν εξισορροπεί την αντίστοιχη ενεργειακή δαπάνη, ωστόσο, η ικανότητα παρατεταμένης άσκησης διατηρείται (Costa et al., 2018). Προκύπτει, λοιπόν, εύλογα η διαπίστωση ότι αυτοί οι αθλητές αναπτύσσουν προσαρμογές για τη βελτιστοποίηση της οξείδωσης των λιποειδών λόγω της

μεγάλης συχνότητας με την οποία ο οργανισμός τους βρίσκεται σε κατάσταση χαμηλής διαθεσιμότητας αποθεμάτων σε CHO (λόγω παρατεταμένων προπονήσεων και αγώνων). Βάσει αυτών, έχει προταθεί ότι η εφαρμογή του διαιτητικού προτύπου που χαρακτηρίζεται από χαμηλή περιεκτικότητα σε CHO – υψηλή περιεκτικότητα σε λιποειδή (high-fat, low-CHO) ενδέχεται να ενισχύσει την προσαρμογή του οργανισμού στην καύση των λιποειδών όταν η διαθεσιμότητα των υδατανθράκων είναι περιορισμένη διατηρώντας την απόδοση κατά τη διάρκεια του αγώνα. Τα αποτελέσματα των ερευνών φαίνεται να συνηγορούν υπέρ αυτού του προτύπου στο πλαίσιο άσκησης χαμηλής έντασης ($<70\% \text{VO}_{2\text{max}}$) σε ό,τι αφορά στην λιποδιάλυση και στην απώλεια ΣΒ. Ωστόσο, για τους αθλητές που αγωνίζονται σε υψηλή ένταση και επιδιώκουν τερματισμό στο δυνατό μικρότερο χρόνο, το συγκεκριμένο διαιτητικό πρότυπο όχι μόνο δεν ωφελεί, αλλά ενδέχεται να λειτουργεί και ανασταλτικά ως προς την αθλητική απόδοση (Burke et al., 2017). Στο πλαίσιο τέτοιων διαιτών (κετογονικών), η δραστηριότητα της πυροσταφυλικής αφυδρογονάσης μειώνεται, εξαιτίας των χαμηλών επιπέδων της κυκλοφορούμενης ινσουλίνης και της ταυτόχρονης υψηλής συγκέντρωσης ελεύθερων λιπαρών οξέων στην αιματική κυκλοφορία με τελικό αποτέλεσμα αυξημένη χρήση οξυγόνου (μεγαλύτερο κόστος) σε συνθήκες υπομέγιστης άσκησης (Zinn et al., 2017). Συνοψίζοντας, δεν υπάρχουν επαρκή επιστημονικά δεδομένα που να υποστηρίζουν ότι οι κετογονικές δίαιτες μπορούν να είναι ωφέλιμες για την αθλητική απόδοση.

2.4 Εργογόνα και μη συμπληρώματα

Σίδηρος

Είναι πολύ σημαντικό να ληφθεί υπόψη ότι μία από τις επιδράσεις της σωματικής άσκησης είναι η αύξηση του όγκου πλάσματος με αποτέλεσμα να δημιουργείται το φαινόμενο της ψευδούς ανεπάρκειας η οποία, φυσικά, δεν επηρεάζει την απόδοση. Τα επίπεδα φερριτίνης είναι αυτά που αποτελούν διαγνωστικό κριτήριο πραγματικής αναιμίας ($<20 \text{ ng} \cdot \text{mL}^{-1}$). Η έλλειψη σιδήρου μειώνει την απόδοση του αθλητή (Damian et al., 2021). Προκειμένου να

διατηρηθούν τα βέλτιστα επίπεδα σιδήρου, οι αθλητές είναι σημαντικό να καταναλώνουν τρόφιμα που αποτελούν βιοδιαθέσιμες πηγές σιδήρου (βλ. Πίνακα 2) και να εφαρμόζουν μια επαρκή (από άποψη ποσότητας) και ισορροπημένη διατροφή. Σε περιπτώσεις χαμηλών επιπέδων σιδήρου, ενδέχεται να απαιτείται η χορήγηση συμπληρώματος, πάντα υπό την καθοδήγηση ιατρού για την ομαλή επαναφορά των επιπέδων και την αποφυγή υπερβολικής πρόσληψης η οποία μπορεί να οδηγήσει σε αιμοχρωμάτωση. Στον πίνακα 2, παρατίθενται διατροφικές πηγές με υψηλή περιεκτικότητα σε σίδηρο.

Πίνακας 2. Διαιτητικές πηγές σιδήρου

Αιμικός Σίδηρος	Μη – αιμικός σίδηρος
Κόκκινο κρέας	Εμπλουτισμένα δημητριακά
Πουλερικά	Ξηροί καρποί, Σπόροι
Θαλασσινά	Όσπρια, Μαύρη σοκολάτα
Για καλύτερη απορρόφηση του σιδήρου από τις διαιτητικές πηγές συστήνεται η αποφυγή συνδυασμού πηγής σιδήρου (π.χ όσπρια) με πηγή ασβεστίου (π.χ γαλακτοκομικά. Η παρουσία ασβεστίου αναστέλλει την απορρόφηση σιδήρου.	

Δεδομένα προσαρμοσμένα από τη βάση δεδομένων του Υπουργείου Γεωργίας των Ηνωμένων Πολιτειών (USDA).

Καφεΐνη

Η καφεΐνη αποτελεί ένα ιδιαίτερα δημοφιλές συμπλήρωμα εξαιτίας των εργογονικών της ιδιοτήτων, οι οποίες είναι, πλέον, γνωστές και επαρκώς τεκμηριωμένες. Ως προς τη δοσολογία και το χρονοδιάγραμμα χορήγησης, συνιστάται μια μέτρια δόση καφεΐνης 3–6 mg/kg ΣΒ, 60 λεπτά πριν από την άσκηση, για να μεγιστοποιηθεί η εργογόνος επίδραση (Lowery et al., 2023). Ιδιαίτερης σημασίας είναι η συνεργιστική δράση της καφεΐνης (3-8mg/kg) όταν προσλαμβάνεται μαζί με CHO (0.8 γρ/κίλο ΣΒ/ώρα) ως προς την αύξηση του ρυθμού αναπλήρωσης του γλυκογόνου κατά 66% (Kerksick et al., 2017). Σε ό,τι αφορά στη μορφή πρόσληψης καφεΐνης, σε μελέτη έχει φανεί ότι δεν υπήρξε

διαφορά ως προς το εργογονικό αποτέλεσμα μεταξύ άνδρης μορφής και ροφήματος καφεΐνης (Trexler et al., 2015). Γενικά, οι αθλητές μπορεί να επιτύχουν την πρόσληψη καφεΐνης μέσω των ακόλουθων πηγών: τροφίμων (π.χ. καφές, αναψυκτικά τύπου κόλα, ενέργεια ποτά), αθλητικών τροφίμων (π.χ. τζελ με καφεΐνη) ή φαρμακευτικών προϊόντων (π.χ. δισκία καφεΐνης; Burke et al., 2019b).

Ως προς την ελάχιστη και μέγιστη τιμή στο εύρος δοσολογίας για την καφεΐνη, έχουν αναφερθεί τα ακόλουθα: Δόσεις καφεΐνης που υπερβαίνουν τα 9 mg/kg δεν οδηγούν σε περαιτέρω ενίσχυση της απόδοσης (Goldstein et al., 2010). Επιπρόσθετα, ενδέχεται να επιφέρουν ανεπιθύμητες παρενέργειες μεταξύ των οποίων δυσφορία στο γαστρεντερικό σύστημα, νευρικότητα, σύγχυση και δυσκολία στον ύπνο. Ο αθλητής είναι σημαντικό, επίσης, να λάβει υπόψη του ότι οι υψηλές δόσεις καφεΐνης (>9 mg/kg) αποβάλλονται μέσω της ούρησης και σε πολλούς αθλητικούς οργανισμούς η ποσότητα αυτή υπερβαίνει τα επιτρεπτά όρια για ντόπινγκ (Kerksick et al., 2018b).

Ιδιαίτερη μνεία αξίζει να γίνει και στη διάκριση μεταξύ τακτικών χρηστών καφεΐνης και μη ως προς την κατάλληλη δοσολογία. Για τους μη τακτικούς χρήστες, χαμηλότερες δόσεις των 3 mg/kg ενδέχεται να παρουσιάζουν εξίσου εργογονική δράση απουσία σημαντικών παρενεργειών (Spriet, 2014). Από την άλλη, για τους τακτικούς χρήστες καφεΐνης προτείνονται δύο εναλλακτικές μορφές λήψης: μία και μόνο δόση στα 6 mg/kg την ημέρα του αγώνα, με την προϋπόθεση ότι μία τέτοια ποσότητα είναι ανεκτή, ή περιοδική χορήγηση ανά 1-2 ώρες (2-3 mg/kg) ή 50mg/ώρα (πιθανόν καλώς ανεκτή ποσότητα) κατά τη διάρκεια παρατεταμένου χρονικά αγώνα (Burke et al., 2019; Tiller et al., 2019; De Souza Gonçalves et al., 2017).

Σε περιπτώσεις αγώνων υπεραποστάσεων που λαμβάνουν χώρα σε συνθήκες ακραία υψηλών θερμοκρασιών (π.χ. “Marathon des Sables”) η χορήγηση συμπληρωμάτων καφεΐνης πρέπει να γίνεται με ιδιαίτερη προσοχή ώστε να αποφευχθεί η αύξηση της συχνότητας διούρησης και κατά συνέπεια ενίσχυση του ήδη υπάρχοντος κινδύνου για θερμοπληξία και αφυδάτωση (Shephard, 2007).

Τέλος, τα πρόσφατα δεδομένα υποστηρίζουν τη στρατηγική χρήση της καφεΐνης στα τελευταία στάδια του αγώνα για τη διατήρηση της απόδοσης και ώθησης του αθλητή, ιδιαίτερα όταν η στέρηση ύπνου μπορεί να αποβεί επικίνδυνη (Tiller et al., 2019).

Καζεΐνη

Η παρατεταμένη και υψηλής έντασης άσκηση, όπως είναι και ένας υπερμαραθώνιος, επιφέρει σημαντική και εκτεταμένη μυϊκή βλάβη. Υπάρχουν δεδομένα, σύμφωνα με τα οποία, οι αθλητές υπεραποστάσεων μπορούν να ωφεληθούν από τη χρήση συμπληρώματος καζεΐνης. Η πρόσληψη 30g - 40g καζεΐνης, 30 λεπτά πριν τον ύπνο, μπορεί να αυξήσει την πρωτεϊνική σύνθεση στους μυς και να βελτιώσει τον μυϊκό πόνο (Kerksick et al., 2017). Συνεπώς, ένας δρομέας υπερμαραθωνίου αγώνα πολλαπλών επιπέδων (multi-stage ultra-marathon) μπορεί να καταναλώσει τουλάχιστον 30 γραμμάρια καζεΐνης στο τέλος κάθε ημέρας, πριν από τον ύπνο, με σκοπό να ενισχύσει τη διαδικασία αποκατάστασης πριν από τον αγώνα της επόμενης ημέρας.

Νιτρικά οξείδια

Το μονοξείδιο του αζώτου (NO) αποτελεί τον πλέον μελετημένο αγγειοδιασταλτικό μηχανισμό του επιθηλίου ενώ κατέχει καίριο ρόλο στην αύξηση της αιματικής ροής και της παροχής οξυγόνου και θρεπτικών συστατικών στους μυς. Ως εκ τούτου, αποτελεί πεδίο ιδιαίτερου ενδιαφέροντος για τους επιστήμονες της αθλητικής ιατρικής και φυσιολογίας εδώ και περίπου δύο δεκαετίες λόγω της εύλογης υπόθεσης ότι οι ιδιότητες του NO μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ενίσχυση της αθλητικής απόδοσης.

Δύο είναι τα κύρια βιοχημικά μονοπάτια παραγωγής NO: το ενζυμικό το οποίο περιλαμβάνει την οξείδωση του αμινοξέος L- αργινίνη με την καταλυτική δράση του ενζύμου NOS που παρουσιάζει τρεις ισομορφές και το μη ενζυμικό το οποίο αφορά στην μετατροπή του νιτρώδους ανιόντος (NO_2^-) και εμμέσως του

νιτρικού ιόντος (NO_3^-), που προέρχονται από τη διατροφή, σε NO μέσω της επαγωγής των αντιδράσεων από ειδικά βακτήρια της στοματικής κοιλότητας όταν εντοπίζονται συνθήκες υποξίας, όπως αυτές που επικρατούν στους μυς κατά τη διάρκεια της άσκησης (Bryan, 2018). Η εξασφάλιση της διαθεσιμότητας των νιτωδών και νιτρικών ιόντων μέσω της επαρκούς πρόσληψής τους από τη διατροφή είναι σημαντική για τη διατήρηση της απρόσκοπτης λειτουργίας του δεύτερου μονοπατιού (Jones et al., 2018).

Διαιτητικές πηγές πλούσιες σε NO_3^- αποτελούν διάφορα λαχανικά μεταξύ των οποίων πολύ καλές πηγές αποτελούν το σπανάκι, το μαρούλι, τα παντζάρια και ο χυμός παντζαριών (beetroot juice; Bryan, 2010). Τα αποτελέσματα ερευνών σχετικά με την επίδραση της χορήγησης συμπληρωμάτων νιτρικών στην αθλητική απόδοση (είτε μέσω φυσικού τροφίμου, είτε μέσω σκευάσματος) είναι αμφιλεγόμενα. Οι Kerksick et al.'s (2018) και Domínguez et al.'s (2017) ενθαρρύνουν την κατανάλωση χυμού παντζαριού ή τη λήψη σκευάσματος νιτρικών εντός των 90 πρώτων λεπτών μετά την έναρξη του αγώνα. Η δοσολογία κυμαίνεται: 300-600mg συμπληρώματος νιτρικών αλάτων ή 2-3 ολόκληρα παντζάρια ή 500ml χυμού παντζαριών ποσότητα η οποία, βέβαια, είναι πιθανόν να προκαλέσει γαστρεντερικά συμπτώματα. Εναλλακτικό σχήμα αποτελεί η συμπληρωματική χορήγηση νιτρικών αλάτων σε ποσότητες 6-8 mmol (~350-500mg) ημερησίως για διάστημα 3-7 ημερών πριν τον αγώνα, με επιπρόσθετη οδηγία την αποφυγή της χρήσης στοματικών διαλυμάτων σε αυτό το διάστημα, ώστε να αποφευχθεί η μείωση του πληθυσμού των βακτηρίων της στοματικής κοιλότητας που σχετίζονται με την παραγωγή NO (Jones et al., 2020). Σε άλλες έρευνες, ωστόσο, φαίνεται πως η χορήγηση συμπληρωμάτων νιτρικών δεν ασκεί ιδιαίτερα σημαντική επίδραση ως προς την ενίσχυση της αθλητικής απόδοσης στους πολύ καλά προπονημένους αθλητές (αθλητές κατηγορίας elite; Jonvik et al., 2015). Η αυξημένη διαιτητική πρόσληψη που συνεπάγεται, ούτως ή άλλως, και πιο αυξημένη πρόσληψη νιτρικών μέσω της διατροφής, η μεγαλύτερη ικανότητα σύνθεσης NO μέσω της δράσης του ενζύμου NOS καθώς και οι ιδιαίτερα εκτεταμένες προσαρμογές στην

καρδιαγγειακή, μυοσκελετική και μιτοχονδριακή λειτουργία ως αποτέλεσμα των ετών προπονήσεων, ενδεχομένως εξηγούν το γεγονός ότι η επίδραση των συμπληρωμάτων νιτρικών αλάτων φαίνεται να είναι μειωμένη στους αθλητές υψηλού επιπέδου σε σχέση με τους ερασιτέχνες αθλητές (Totzeck et al., 2012; Jensen et al., 2004). Να σημειωθεί, πως σε κάθε περίπτωση, τα συμπληρώματα νιτρικών αλάτων δεν συνίστανται σε περιπτώσεις υπότασης και ορθοστασίας λόγω της μείωσης που επιφέρουν στην πίεση του αίματος.

Βιταμίνες και ιχνοστοιχεία

Βάσει των μελετών που έχουν διεξαχθεί μέχρι πρότινος, η συμπληρωματική χορήγηση σκευασμάτων βιταμινών, πολυβιταμινών και ιχνοστοιχείων δε φαίνεται να ενισχύει την αθλητική απόδοση (Enqvist et al., 2010; Singh et al., 1992), εκτός εάν ο αθλητής παρουσιάζει διαπιστωμένη ανεπάρκεια ή δε δύναται να καλύψει τις ημερήσιες απαιτήσεις μέσω της διατροφής, επομένως, θα πρέπει να εξεταστεί το ενδεχόμενο χορήγησης του αντίστοιχου συμπληρώματος. Γενικά, η χρόνια χορήγηση αντιοξειδωτικών βιταμινών (βιταμίνες C και E) δε συνίσταται καθώς είναι διαπιστωμένο ότι δρα ανασταλτικά ως προς την προσαρμογή του οργανισμού στον αυξανόμενο όγκο προπόνησης (Morrison et al., 2015). Τέλος, λόγω των αντικρουόμενων αποτελεσμάτων, απαιτείται περαιτέρω ερευνητική δραστηριότητα για να διαλευκανθεί το κατά πόσο η χορήγηση αντιοξειδωτικών βιταμινών μπορεί να μετριάσει τη οξειδωτική βλάβη και την ανασοκαταστολή που έπεται ενός τόσο απαιτητικού αγώνα όσο ένας υπερμαραθώνιος.

Προβιοτικά & Πρεβιοτικά

Οι αθλητές υπεραντοχής είναι πιο επιρρεπείς στις λοιμώξεις του ανώτερου αναπνευστικού και στις γαστρεντερικές διαταραχές λόγω της έντονης σωματικής καταπόνησης που δέχονται. Σε ορισμένες μελέτες έχει αναφερθεί ότι η χρονική

διάρκεια του αγώνα συσχετίζεται θετικά με τις τιμές των δεικτών φλεγμονής και οξειδωτικού στρες στους αεραγωγούς (Vezzoli et al., 2016; Araneda et al., 2012). Τα προβιοτικά συνδέονται με πολλαπλά οφέλη για την υγεία του ανθρώπου μεταξύ των οποίων η προστασία του εντερικού μικροβιώματος, η ενίσχυση της ανοσοποιητικής λειτουργίας και πιθανή αντικαρκινική δράση στο κόλον (Leite et al., 2019).

Σε ό,τι αφορά ειδικά στο εντερικό μικροβίωμα, η συμπληρωματική χορήγηση *Lactobacillus* και *Bifidobacterium* έχει αποδειχθεί ότι μεταβάλλει με θετικό τρόπο το μικροβίωμα με αποτέλεσμα να μπορεί να αποτελέσει συμπληρωματική θεραπευτική στρατηγική των συμπτωμάτων που συνοδεύουν τις γαστρεντερικές διαταραχές που ταλαιπωρούν τους αθλητές (Roberts et al., 2016; West et al., 2011; Tuohy et al., 2003).

Ως προς τα πρεβιοτικά (π.χ. φρουκτοολιγοσακχαρίτες, ινουλίνη, πηκτίνη), η συγχορήγησή τους συμβάλλει στην παραγωγή λιπαρών οξέων βραχείας αλύσου από τα βακτήρια του μικροβιώματος με πιθανό αποτέλεσμα την ενίσχυση της ακεραιότητας του επιθηλίου (Davani-Davari et al., 2019).

Είναι πολύ σημαντικό να αναφέρουμε ότι η χορήγηση προβιοτικών και πρεβιοτικών δεν χαρακτηρίζεται από κάποιο δεδομένο σχήμα χορήγησης. Η δοσολογία, η συχνότητα της δόσης, ο τύπος των προβιοτικών και πρεβιοτικών και η μορφή χορήγησης διέπονται από ένα πλαίσιο δοκιμής και σφάλματος (trial and error) και είναι σημαντικό να εξετασθούν. Γενικώς, η χρήση προβιοτικών και πρεβιοτικών έχει αμφισβητηθεί και, προς το παρόν, οι ενδείξεις για ευεργετική επίδραση στους αθλητές υπεραποστάσεων είναι περιορισμένες (Costa et al., 2018). Σε κάθε περίπτωση, εάν χορηγηθούν συμπληρώματα προ/πρεβιοτικών, η έναρξη του σχήματος χορήγησης είναι σημαντικό να τοποθετείται στις 4 έως 21 εβδομάδες πριν από τον αγώνα (Pyne et al., 2014).

Πίνακας 3. Σύνοψη των διαιτητικών συστάσεων για μακροθρεπτικά συστατικά, νάτριο, εργογόνα και διατροφικά συμπληρώματα προ-αγωνιστικά, κατά τη διάρκεια του αγώνα και μετά το πέρας αυτού.

Θρεπτικά συστατικά	Ημερήσιες ανάγκες	Πριν τον αγώνα	Κατά τη διάρκεια	Μετά τον αγώνα
Υδατάνθρακες	8–12 γρ/κιλό ΣΒ/ημέρα (≥ 4 ώρες/ημέρα)	10–12 γρ/κιλό ΣΒ/ημέρα ($> 90'$) + 1–4 γρ/κιλό ΣΒ (1–4 h πριν τον αγώνα)	60–90 γρ/ώρα (> 2.5 ώρες) μέχρι και 90 γρ/ώρα (> 2.5 ώρες, εάν η ποσότητα είναι ανεκτή)	8–10 γρ/κιλό ΣΒ/ημέρα (πρώτο 24ωρο), 1.0–1.2 γρ/κιλό ΣΒ/ώρα (γρήγορη αποκατάσταση, πρώτες 3–5 ώρες) ή 0.8 γρ/κιλό ΣΒ/ώρα + πρωτεΐνη (0.3 mg/kg/h) ή καφεΐνη (3 mg/kg)
Πρωτεΐνη	1.2 – 2.0 γρ/κιλό ΣΒ/ημέρα 0.3 γρ/κιλό ΣΒ κάθε 3–5 ώρες	0.3 γρ/κιλό ΣΒ άμεσα (πριν τον αγώνα)	0.25 γρ/κιλό ΣΒ/ώρα (υψηλής έντασης, έκκεντρη άσκησης)	0.3 γρ/κιλό ΣΒ πρωτεΐνης υψηλής βιολογικής αξίας εντός των 0-2 ώρες μετά τον αγώνα
Λιποειδή	Να μην περιορίζεται η πρόσληψη λίπους σε $< 20\%$ της ΣΗΕΠ Κορεσμένα λιπαρά $< 10\%$ της ΣΗΕΠ Περιορισμός των λιποειδών στη φόρτιση CHO, ή προ-αγωνιστικά για την πρόληψη γαστρεντερικής δυσφορίας			
Υγρά	Γενική σύσταση πρόσληψης ύδατος στα ~400–800 mL/h; Εξατομίκευση πλάνου μέσω αξιολόγησης ειδικών παραμέτρων (ρυθμός εφίδρωσης, περιεκτικότητα Na ⁺ στον ιδρώτα, ένταση άσκησης, θ°C σώματος, θ°C περιβάλλοντος, μεταβολές στο ΣΒ) Συνδυασμός αισθήματος δίψας με παρακολούθηση παραμέτρων (ΣΒ, χρώμα ούρων)			Αναπλήρωση υγρών κατά το 150% των απωλειών
Νάτριο	Προσαρμογή πρόσληψης βάσει αξιολόγησης ειδικών παραμέτρων (ρυθμός εφίδρωσης, περιεκτικότητα Na ⁺ στον ιδρώτα, ένταση άσκησης, θ°C σώματος, θ°C περιβάλλοντος)			> 60 mmol/L περιεκτικότητα νατρίου (~1380 mg/L) μπορεί να βοηθήσει την αναπλήρωση υγρών
Νιτρικά οξείδια	300–600mg νιτρικών οξειδίων ή 2–3 ολόκληρα παντζάρια ή 500 mL χυμού παντζαριού (εναλλακτικές μορφές: συμπυκνωμένος χυμός παντζαριού, σκόνη, «shots» σε περίπτωση γαστρεντερικής δυσφορίας) στα πρώτα 90' από την έναρξη της άσκησης			
«Αντιοξειδωτικές» βιταμίνες	Μόνο στην περίπτωση διαγνωσμένης έλλειψης ή ανεπαρκούς πρόσληψης μέσω της διατροφής, διαφορετικά αποφυγή λήψης συμπληρωμάτων βιταμινών C, E λόγω της ανασταλτικής τους δράσης στις προσαρμογές που προκύπτουν από τις προπονήσεις προοδευτικής υπερφόρτωσης Φυσικές πηγές με υψηλή περιεκτικότητα σε αντιοξειδωτικά: εσπεριδοειδή, μαύρα μούρα, πράσινα φυλλώδη λαχανικά, πράσινο τσάι, ξηροί καρποί			
Καφεΐνη	Γενική σύσταση 3-6mg/Kg καφεΐνης συνδέεται με εντονότερη γλυκολυτική δραστηριότητα Τακτικοί χρήστες: 6mg/kg 30-90 min πριν τον αγώνα ή περιοδική χορήγηση κάθε 1-2 ώρες > 9 mg/kg δεν ενισχύει περαιτέρω την επίδοση, πιθανές παρενέργειες, ντόπινγκ Μη τακτικοί χρήστες ≤ 3 mg/kg πιθανή εργογόνος δράση			3 - 8 mg/kg συνδυαστικά με CHO ενισχύει την αναπλήρωση γλυκογόνου
Προβιοτικά	Πιθανή ευεργετική δράση στο ανώτερο αναπνευστικό και στη διαχείριση των γαστρεντερικών συμπτωμάτων Εξατομικευμένο σχήμα δόσης (trial and error) Μη εργογόνος δράση			
Καζεΐνη	30-40g καζεΐνης 30' πριν τον ύπνο ενισχύουν την αποκατάσταση			

2.5 Στρατηγικές για τον περιορισμό των γαστρεντερικών διαταραχών

Μία ιδιαίτερη συχνή αιτία μη ολοκλήρωσης ενός υπερμαραθωνίου ή/και μειωμένης επίδοσης είναι η γαστρεντερική δυσφορία και τα συνοδά συμπτώματα. Από

διατροφικής άποψης, η κύρια αιτία πρόκλησης γαστρεντερικής δυσφορίας αποτελεί η κατανάλωση υπερωσμωτικών διαλυμάτων CHO κατά τη διάρκεια του αγώνα ($>500 \text{ mOsm} \cdot \text{L}^{-1}$ και $> 8\%$ συγκέντρωση CHO; De Oliveira et al., 2014). Επιπρόσθετοι εκλυτικοί παράγοντες για συμπτώματα γαστρεντερικής δυσφορίας αποτελούν η κατανάλωση κορεσμένων λιπαρών (R. Singh et al., 2017) αποφεύγοντας η λήψη μη στεροειδών αντιφλεγμονωδών φαρμάκων (ΜΣΑΦ), και την ανεπαρκή πρόσληψη ύδατος (Guy & Vincent, 2018).

Η πρόσληψη MTC, δηλαδή μειγμάτων γλυκόζης, φρουκτόζης ή/και μαλτοδεξτρίνης, έχει αποδειχθεί ότι στα προπονημένα άτομα, μεταξύ των άλλων, περιορίζει το βαθμό γαστρεντερικής δυσφορίας που δύναται να προκληθεί συγκριτικά με την κατανάλωση διαλυμάτων μεμονωμένων CHO (π.χ. φρουκτόζης; Roberts et al., 2014). Είναι, επίσης, σημαντικό να αναφερθεί ότι, πολλές φορές η ίδια η υπογλυκαιμία είναι που επιφέρει ναυτία. Συνεπώς, ο δρομέας μπορεί να προλάβει ή να ανακουφιστεί από την ναυτία, απλά φροντίζοντας τη λήψη τροφής.

Σε ό,τι αφορά στην περίοδο πριν τον αγώνα, οι στρατηγικές για την πρόληψη της γαστρεντερικής δυσφορίας περιλαμβάνουν: τον περιορισμό – αποκλεισμό ομάδων τροφίμων (από 24 – 72 ώρες πριν την έναρξη του αγώνα) όπως τα κορεσμένα λίπη, τα προϊόντα με υψηλή περιεκτικότητα σε φυτικές ίνες και τα γαλακτοκομικά. Στις περιπτώσεις που ο δρομέας πάσχει από Σύνδρομο Ευερέθιστου Εντέρου η εφαρμογή δίαιτας χαμηλής σε FODMAPs δύναται να επιφέρει οφέλη στη διαχείριση των συμπτωμάτων (Lis et al., 2018). Να σημειωθεί εδώ ότι σε μια δίαιτα χαμηλή σε FODMAPs περιορίζονται οι ανεπαρκώς απορροφούμενοι υδατάνθρακες βραχείας αλύσου που μπορούν να οδηγήσουν σε υπερβολική συσσώρευση υγρών και αερίων, με αποτέλεσμα την εμφάνιση ανεπιθύμητων γαστρεντερικών συμπτωμάτων. Επιπρόσθετα, είναι γνωστό πως οι προπονημένοι αθλητές υψηλού επιπέδου μπορούν να ανεχθούν μεγαλύτερες ποσότητες πρόσληψης CHO. Ως εκ τούτου, η εξοικείωση των αθλητών με δίαιτες αυξημένης περιεκτικότητας σε CHO προσφέρει διπλό όφελος: διαρκή απόδοση στον αγώνα και μειωμένες πιθανότητες για εμφάνιση γαστρεντερικής δυσφορίας

(De Oliveira et al., 2014b). Τέλος, υπάρχει ισχυρή ομοφωνία ως προς την αποφυγή της εισαγωγής καινούργιων τροφίμων – ποτών για τον αθλητή το άμεσο διάστημα πριν τον αγώνα ή κατά τη διάρκεια αυτού. Αποτελεί βασικό κανόνα για τον αγωνιζόμενο δρομέα – αθλητή να χρησιμοποιεί αποκλειστικά τρόφιμα και ποτά με τα οποία είναι ήδη εξοικειωμένος, τόσο πριν τον αγώνα όσο και κατά τη διάρκεια αυτού.

2.6 Μεταβολή στην προτίμηση της γεύσης των τροφίμων κατά τη διάρκεια του αγώνα

Είναι πιθανόν ότι στους αγώνες μεγάλης διάρκειας οι γευστικές προτιμήσεις του αθλητή θα μεταβληθούν κατά τη διάρκεια αυτού (Blennerhassett et al., 2018). Υπάρχουν αρκετές αναφορές για την αποστροφή που παρουσιάζουν οι αθλητές στη γλυκιά γεύση, ιδίως των αθλητικών τζελ (sport gels) και των αθλητικών ποτών, τόσο σε θερμά περιβάλλοντα όσο και σε θερμοουδέτερα περιβάλλοντα (McCubbin et al., 2016; Moran et al., 2011; Glace et al., 2002). Αυτά τα στοιχεία καταδεικνύουν ότι η αποστροφή στη γεύση των απλών CHO εξαρτάται τόσο από τις περιβαλλοντικές συνθήκες όσο και από την απόσταση ή/και διάρκεια του αγώνα. Επιπρόσθετα των παραπάνω παρατηρήσεων, οι δρομείς ταυτόχρονα με την αποστροφή προς τη γλυκιά γεύση, στα τελευταία στάδια του υπερμαραθωνίου παρουσίασαν τάση για κατανάλωση τροφίμων – ποτών με αλμυρή γεύση και μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε λίπος και αλάτι. Μία ενδεχόμενη εξήγηση του φαινομένου αποτελεί ότι οι μεταβολές στις γευστικές προτιμήσεις αντανakλούν τις ανεπάρκειες στα θρεπτικά συστατικά που προκύπτουν κατά την παρατεταμένη άσκηση και εξυπηρετούν τη διατήρηση σταθερής χημικής ισορροπίας στο σώμα (Glace et al., 2002).

Βάσει των παραπάνω, συνίσταται οι αθλητές να οργανώνουν τις δικές τους προμήθειες, ανεξάρτητα από το εάν υπάρχουν στον αγώνα προκαθορισμένα σημεία τροφοδοσίας από τους διοργανωτές (checkpoints), καθώς είναι πιθανόν τα προσφερόμενα τρόφιμα και ποτά να μην ανταποκρίνονται στις μεταβαλλόμενες ανάγκες τους. Επίσης, σημαντικό είναι και οι ίδιοι οι διοργανωτές να στραφούν

προς τη διαμόρφωση μεγαλύτερης διαθεσιμότητας και ποικιλίας στα τρόφιμα – ποτά που παρέχονται στους σταθμούς τροφοδοσίας (στον Πίνακα 4 που ακολουθεί παρουσιάζονται ενδεικτικές επιλογές).

Πίνακας 4. Ενδεικτικές επιλογές τροφίμων στους σταθμούς τροφοδοσίας

Προτεινόμενα τρόφιμα (μερίδα σε g)	Θερμιδικό περιεχόμενο (Kcal)
Αθλητικό ποτό σε σκόνη (50g)	186
Αθλητικό ποτό (50g) με ηλεκτρολύτες (1 ταμπλέτα)	186
Ενεργειακά gels (40g)	91
Ενεργειακά gels (40g) με καφεΐνη (30 mg)	90
Ενεργειακές μπάρες (55g)	180
Μπάρες από γκρανόλα (30g) – χωρίς προστιθέμενο αλάτι	140
Μπάρες βρώμης (90g) – χωρίς προστιθέμενο αλάτι	340
Χουρμάδες (30g)	89
Μπανάνα (150g)	135
Τσιπς μπανάνας (30g)	102
Βραστές πατάτες (100g) - χωρίς προστιθέμενο αλάτι	173
Κέικ φρούτων (2 φέτες)	129
Καρπούζι (1 φέτα)	45
Σάντουιτς με μαρμελάδα	218
Σάντουιτς με φυστικοβούτυρο	342
Κέικ βρώμης (3 φέτες)	135

Σφολιατοειδή με κρέας (60g)	189
Σνακ μοσχαρίσιου κρέατος (beef jerky, 25g)	103
Λουκάνικο Chorizo (45g)	207
Στικς σαλαμιού (22.5g)	113
Μπάρα πρωτεΐνης (64g)	238
Ενεργειακή μπάρα MCT (45g)	240
Μπάρα super mass gainer (120g)	453
Βούτυρο μακαντέμια (28g)	215
Trail mix ξηρών καρπών (50 g)	224
Κάσιους αλατισμένα (50 g)	296
Μπουκίτσες τυριού (Cheese bites, 42g / 2 μερίδες)	140
Πατατάκια αλατισμένα (28g / 16 chips)	150
Πράσινες ελιές, μεσαίες (50g / 15 ελιές)	75

(Tiller et al., 2019)

III. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Το ενεργειακό έλλειμμα σε αγώνες υπεραποστάσεων είναι, αδιαμφισβήτητα, ιδιαίτερα μεγάλο. Επιπρόσθετα, η σωματική άσκηση, παρατεταμένης διάρκειας, συνδέεται με μια γενικευμένη φλεγμονώδη απόκριση, η οποία συχνά χαρακτηρίζεται από ανοσοκαταστολή. Στη διαχείριση του ενεργειακού ελλείμματος και των παρεπομένων επιβαρύνσεων που δέχεται ο οργανισμός από έναν τόσο απαιτητικό αγώνα δύναται να συμβάλλει η διατροφή μέσω της διαμόρφωσης ενός εξατομικευμένου πλάνου πρόσληψης μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών συστατικών που συμφωνεί με τις συστάσεις για τέτοιου είδους αγωνίσματα. Σε μια πρόσφατη μελέτη φάνηκε ότι, αν και περίπου το 90% των

δρομέων υπεραποστάσεων αντιλαμβάνονται ότι η διατροφή διαδραματίζει θεμελιώδη ρόλο στην απόδοση, πολλοί από αυτούς εξακολουθούν να παραμελούν την εφαρμογή βασικών συστάσεων κατά τη διάρκεια του αγώνα (Williamson, 2016). Πράγματι, ενώ η επαρκής πρόσληψη ενέργειας και υγρών έχει συσχετιστεί θετικά με την ικανότητα ολοκλήρωσης του αγώνα, οι θερμίδες που καταναλώνονται από τους περισσότερους δρομείς αναφέρεται ότι αντιστοιχούν στο 36 με 53% των της ενεργειακής τους δαπάνης (Stuempfle et al., 2011; Williamson, 2016; Costa et al., 2019).

Προκύπτει, λοιπόν, το συμπέρασμα ότι υπάρχει ανάγκη για κατάλληλη εκπαίδευση τόσο των ίδιων των αθλητών όσο και των προπονητών τους, του ιατρικού προσωπικού και των διοργανωτών των αγώνων ως προς την παροχή κατάλληλης τροφοδοσίας κατά τη διάρκεια του αγώνα. Πρωταρχικοί στόχοι μιας αποτελεσματικής διατροφικής υποστήριξης θα πρέπει να αποτελούν η ελαχιστοποίηση του χάσματος μεταξύ ενεργειακής πρόσληψης και δαπάνης, και η αποφυγή υπερβολικής πρόσληψης υγρών ή ανεπαρκούς υδάτωσης.

Οι αθλητές υπεραποστάσεων είναι σημαντικό να εφαρμόζουν διατροφικές στρατηγικές που στοχεύουν στον περιορισμό των βιοχημικών και φυσιολογικών παραγόντων που, διαφορετικά, θα λειτουργούσαν ανασταλτικά ως προς την αθλητική απόδοση. Μία από αυτές αποτελεί η περιοδικότητα της διατροφής σε σχέση με τις εκάστοτε απαιτήσεις της προπόνησης. Επιπρόσθετα, προσαρμογές στο διατροφικό πλάνο είναι απαραίτητο να γίνονται και το άμεσο διάστημα πριν τον αγώνα ώστε ο/η δρομέας να ξεκινήσει την προσπάθεια με τα βέλτιστα επίπεδα υποστρωμάτων και υγρών. Κατά τη διάρκεια του αγώνα, υπάρχουν περιοριστικοί παράγοντες ως προς τη τροφοδοσία των αθλητών που σχετίζονται με τις προσφερόμενες επιλογές σε τρόφιμα και υγρά στους σταθμούς ανεφοδιασμού. Είναι σημαντικό οι διοργανωτές να προσφέρουν μεγαλύτερη ποικιλία στα τρόφιμα που να ικανοποιούν τις πιθανές προτιμήσεις σε γεύση και υφή των αθλητών, ενώ οι τελευταίοι για να αυξήσουν την αυτονομία τους, στο βαθμό που είναι εφικτό, προτείνεται να μεταφέρουν τις δικές τους προμήθειες.

IV. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ο υπερμαραθώνιος αποτελεί μία από τις δυσκολότερες και πιο απαιτητικές κατηγορίες αθλημάτων. Οι συμμετέχοντες αθλητές έρχονται αντιμέτωποι με ακραία σωματική καταπόνηση και ιδιαίτερα αυξημένες ενεργειακές απαιτήσεις. Είναι απίθανο, κατά τη διάρκεια ενός υπερμαραθωνίου, να καταφέρουν να εφαρμόσουν, σε όλη τους την έκταση, τις διατροφικές συστάσεις και να αναπληρώσουν πλήρως το ενεργειακό έλλειμμα που προκύπτει. Προτεινόμενος εφικτός στόχος, συνεπώς, αποτελεί η διαμόρφωση διατροφικών στρατηγικών που αποσκοπούν στη βελτίωση του χάσματος μεταξύ του ακραίου ενεργειακού ελλείμματος και της περιορισμένης ενεργειακής πρόσληψης για τη διατήρηση της απόδοσης και την πρόληψη επιπλοκών στην υγεία του δρομέα. Σε ό,τι αφορά στα συμπληρώματα βιταμινών και ιχνοστοιχείων, η χορήγησή τους προτείνεται να εξετάζεται ως ενδεχόμενο σε περίπτωση διάγνωσης κάποιας ανεπάρκειας και έπειτα από ενδελεχή διατροφική αξιολόγηση του αθλητή. Από την άλλη πλευρά, τα εργογόνα συμπληρώματα όπως η καφεΐνη και τα νιτρικά οξείδια, εάν χρησιμοποιούνται σύμφωνα με τις επίσημες οδηγίες, μπορούν να βελτιώσουν, υπό συνθήκες, την απόδοση του αθλητή. Ένας γενικός κανόνας διαχρονικής σημασίας που μπορεί να βρει εφαρμογή κατά τη διάρκεια ενός κρίσιμου αγώνα συνοψίζεται στο εξής: “Never thirsty, never hungry, never try something for the first time before the race and always get adequate rest with at least 8 hours of sleep”. Η προηγούμενη ρήση δηλαδή, απαριθμεί τις στοιχειώδεις συνιστώσες που διαμορφώνουν τη βάση της καλής αθλητικής απόδοσης και δεν αποτελούν άλλες από την αποτελεσματική ικανοποίηση του αισθήματος της πείνας και της δίψας, την αποφυγή της δοκιμής καινούργιων τροφίμων πριν από έναν κρίσιμο αγώνα και την εξασφάλιση επαρκούς ξεκούρασης για τον οργανισμό μέσω του σωρού τουλάχιστον ύπνου. Συμπερασματικά, η διατροφή σε αθλήματα υπεραντοχής είναι ένα θέμα που έχει διερευνηθεί ελάχιστα, πόσο μάλλον όταν πρόκειται για αγώνες πολλαπλών σταδίων και διαδοχικών

ημερών. Οι οδηγίες και οι συστάσεις περί διατροφής και υδάτωσης αφορούν στην υποστήριξη συμμετεχόντων σε αθλήματα αντοχής (αγωνίσματα μικρότερης διάρκειας και απόστασης). Ενώ μπορούν να λειτουργήσουν ως μία γενικότερη κατευθυντήρια γραμμή για τους αθλητές υπεραντοχής, είναι απαραίτητο να εφαρμόζονται με προσοχή και κριτική οπτική δεδομένου ότι οι ενεργειακές απαιτήσεις ενός υπερμαραθωνίου είναι σαφώς πιο αυξημένες, ενώ μεγάλη διακύμανση παρουσιάζεται και μεταξύ των δημογραφικών χαρακτηριστικών των συμμετεχόντων καθώς και των τοπογραφικών στοιχείων των διεξαγόμενων αγώνων. Λαμβάνοντας, λοιπόν, υπόψη την ολοένα και αυξανόμενη συμμετοχή σε αυτές τις διοργανώσεις παράλληλα με τον περιορισμένο όγκο σχετικών ερευνητικών δεδομένων, θα είναι ωφέλιμο οι επιστήμονες του αθλητισμού να επικεντρωθούν στην εξέλιξη της έρευνας που αφορά στην τροφοδοσία των αθλητών υπεραντοχής κατά τη διάρκεια του αγώνα. Ειδικά ως προς την ενυδάτωσή τους, δεν υπάρχει μέθοδος εκλογής τόσο για την αξιολόγηση της κατάστασης υδάτωσης όσο και για τη βέλτιστη στρατηγική πρόσληψης υγρών. Συνεπώς, η καλύτερη κατανόηση της επίδρασης των ακραίων περιβαλλοντικών συνθηκών στην υδατική ισορροπία και οι μέθοδοι έγκυρης και πρακτικής αξιολόγησης των επιπέδων υδάτωσης, ιδίως στο πεδίο, αποτελούν τομείς με ανάγκη για περαιτέρω διερεύνηση.

V. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Alcock, R. D., McCubbin, A. J., Camões-Costa, V., & Costa, R. J. S. (2018). Case study: Providing nutritional support to an ultraendurance runner in preparation for a Self-Sufficient Multistage Ultramarathon: Rationed versus Full Energy Provisions. *Wilderness & Environmental Medicine*, 29(4), 508–520. <https://doi.org/10.1016/j.wem.2018.06.004>

Araneda, O. F., Guevara, A., Contreras, C., Lagos, N., & Berral, F. J. (2012). Exhaled Breath Condensate Analysis after Long Distance Races. *International Journal of Sports Medicine*, 33(12), 955–961. <https://doi.org/10.1055/s-0032-1316314>

Armstrong, L. E., Pumerantz, A. C., Fiala, K. A., Roti, M. W., Kavouras, S. A., Casa, D. J., & Maresh, C. M. (2010). Human Hydration Indices: acute and longitudinal reference values. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 20(2), 145–153. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.20.2.145>

Baker, L. B. (2017). Sweating Rate and sweat sodium Concentration in Athletes: A Review of Methodology and Intra/Interindividual Variability. *Sports Medicine*, 47(S1), 111–128. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0691-5>

Baker, L. B., De Chavez, P. J. D., Ungaro, C. T., Sopeña, B. C., Nuccio, R. P., Reimel, A. J., & Barnes, K. A. (2018). Exercise intensity effects on total sweat electrolyte losses and regional vs. whole-body sweat [Na⁺], [Cl⁻], and [K⁺]. *European Journal of Applied Physiology*, 119(2), 361–375. <https://doi.org/10.1007/s00421-018-4048-z>

Baker, L. B., Ungaro, C. T., Barnes, K. A., Nuccio, R. P., Reimel, A. J., & 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. <https://doi.org/10.14814/phy2.12007>

Barley, O. R., Chapman, D. W., & Abbiss, C. R. (2020). Reviewing the current methods of assessing hydration in athletes. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 17(1). <https://doi.org/10.1186/s12970-020-00381-6>

Blennerhassett, C., McNaughton, L. R., & Sparks, A. K. (2018). Factors influencing ultra-endurance athletes food choices: an adapted food choice questionnaire. *Research in Sports Medicine*, 27(2), 257–271. <https://doi.org/10.1080/15438627.2018.1530999>

Bryan, N. S. (2010). *Food, nutrition and the nitric oxide pathway : biochemistry and bioactivity*. <http://ci.nii.ac.jp/ncid/BB01824759>

Bryan, N. S. (2018). Functional nitric oxide nutrition to combat cardiovascular disease. *Current Atherosclerosis Reports*, 20(5). <https://doi.org/10.1007/s11883-018-0723-0>

Burke, L. M. (2019). Hydration in sport and exercise. In *Springer eBooks* (pp. 113–137). https://doi.org/10.1007/978-3-319-93515-7_6

Burke, L. M., Jeukendrup, A. E., Jones, A. M., & Mooses, M. (2019a). Contemporary nutrition Strategies to optimize performance in distance runners and race walkers. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 29(2), 117–129. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2019-0004>

Burke, L. M., Jeukendrup, A. E., Jones, A. M., & Mooses, M. (2019b). Contemporary nutrition Strategies to optimize performance in distance runners and race walkers. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 29(2), 117–129. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2019-0004>

Burke, L. M., Ross, M. L., Garvican-Lewis, L. A., Welvaert, M., Heikura, I. A., Forbes, S. F., Mirtschin, J. G., Cato, L. E., Strobel, N., Sharma, A. P., & Hawley, J. A. (2017). Low carbohydrate, high fat diet impairs exercise economy and negates

the performance benefit from intensified training in elite race walkers. *The Journal of Physiology*, 595(9), 2785–2807. <https://doi.org/10.1113/jp273230>

Chatterjee, A., & Abraham, J. (2019). A comprehensive study on sports and energy drinks. In *Elsevier eBooks* (pp. 515–537). <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-815851-7.00015-2>

Connes, P., Simmonds, M. J., Brun, J., & Başkurt, O. K. (2013). Exercise hemorheology: Classical data, recent findings and unresolved issues. *Clinical Hemorheology and Microcirculation*, 53(1–2), 187–199. <https://doi.org/10.3233/ch-2012-1643>

Corcoran, M. P., & Ayotte, D. (2019a). INDIVIDUALIZED HYDRATION PLANS FOR ULTRADISTANCE ENDURANCE ATHLETES. *Acsm's Health & Fitness Journal*, 23(4), 27–31. <https://doi.org/10.1249/fit.0000000000000490>

Corcoran, M. P., & Ayotte, D. (2019b). INDIVIDUALIZED HYDRATION PLANS FOR ULTRADISTANCE ENDURANCE ATHLETES. *Acsm's Health & Fitness Journal*, 23(4), 27–31. <https://doi.org/10.1249/fit.0000000000000490>

Costa, R. J. S., Gill, S., Hankey, J., Wright, A., & Marczak, S. (2014). Perturbed energy balance and hydration status in ultra-endurance runners during a 24 h ultra-marathon. *British Journal of Nutrition*, 112(3), 428–437. <https://doi.org/10.1017/s0007114514000907>

Costa, R. J. S., Hoffman, M. D., & Stellingwerff, T. (2018). Considerations for ultra-endurance activities: part 1- nutrition. *Research in Sports Medicine*, 27(2), 166–181. <https://doi.org/10.1080/15438627.2018.1502188>

Costa, R. J. S., Knechtle, B., Tarnopolsky, M. A., & Hoffman, M. D. (2019). Nutrition for ultramarathon running: trail, track, and road. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 29(2), 130–140. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2018-0255>

Costa, R. J. S., Swancott, A. J. M., Gill, S., Hankey, J., Scheer, V., Murray, A., & Thake, D. (2013). Compromised energy and macronutrient intake of ultra-endurance runners during a multi-stage ultra-marathon conducted in a hot ambient environment. *International Journal of Sports Science*, 3(2), 51–62. <https://doi.org/10.5923/j.sports.20130302.03>

Damian, M., Vulturar, R., Login, C., Damian, L., Chiş, A., & Bojan, A. (2021). Anemia in Sports: A Narrative Review. *Life*, 11(9), 987. <https://doi.org/10.3390/life11090987>

Davani-Davari, D., Negahdaripour, M., Karimzadeh, I., Seifan, M., Mohkam, M., Masoumi, S. J., & Berenjian, A. (2019). Prebiotics: definition, types, sources, mechanisms, and clinical applications. *Foods*, 8(3), 92. <https://doi.org/10.3390/foods8030092>

De Oliveira, E. P., Burini, R. C., & Jeukendrup, A. E. (2014a). Gastrointestinal complaints during exercise: prevalence, etiology, and nutritional recommendations. *Sports Medicine*, 44(S1), 79–85. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0153-2>

De Oliveira, E. P., Burini, R. C., & Jeukendrup, A. E. (2014b). Gastrointestinal complaints during exercise: prevalence, etiology, and nutritional recommendations. *Sports Medicine*, 44(S1), 79–85. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0153-2>

De Souza Gonçalves, L., De Salles Painelli, V., Yamaguchi, G., De Oliveira, L. F., Saunders, B., Da Silva, R. P., Da Silva Maciel, É., Artioli, G. G., Roschel, H., & Gualano, B. (2017). Dispelling the myth that habitual caffeine consumption influences the performance response to acute caffeine supplementation. *Journal of Applied Physiology*, 123(1), 213–220. <https://doi.org/10.1152/japplphysiol.00260.2017>

DeSalvo, K. B., Olson, R. D., & Casavale, K. (2016). Dietary guidelines for Americans. *JAMA*, 315(5), 457. <https://doi.org/10.1001/jama.2015.18396>

Dt, T., Ka, E., & Lm, B. (2016a). Nutrition and athletic performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 48(3), 543–568. <https://doi.org/10.1249/mss.0000000000000852>

Dt, T., Ka, E., & Lm, B. (2016b). Nutrition and athletic performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 48(3), 543–568. <https://doi.org/10.1249/mss.0000000000000852>

Enqvist, J. K., Mattsson, C. M., Johansson, P., Brink-Elfegoun, T., Bakkman, L., & Ekblom, B. (2010). Energy turnover during 24 hours and 6 days of adventure racing. *Journal of Sports Sciences*, 28(9), 947–955. <https://doi.org/10.1080/02640411003734069>

Glance, B. W., Murphy, C., & McHugh, M. P. (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. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.12.4.414>

Goldstein, E. R., Ziegenfuss, T. N., Kalman, D., Kreider, R. B., Campbell, B., Wilborn, C., Taylor, L., Willoughby, D., Stout, J. R., Graves, B. S., Wildman, R., Ivy, J. L., Spano, M., Smith, A. E., & António, J. (2010). International society of sports nutrition position stand: caffeine and performance. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 7(1). <https://doi.org/10.1186/1550-2783-7-5>

Guy, J. H., & Vincent, G. E. (2018). Nutrition and supplementation considerations to limit endotoxemia when exercising in the heat. *Sports*, 6(1), 12. <https://doi.org/10.3390/sports6010012>

Hew-Butler, T., Loi, V., Pani, A., & Rosner, M. H. (2017). Exercise-Associated hyponatremia: 2017 update. *Frontiers in Medicine*, 4. <https://doi.org/10.3389/fmed.2017.00021>

Jäger, R., Kerksick, C. M., Campbell, B., Cribb, P. J., Wells, S., Skwiat, T. M., Purpura, M., Ziegenfuss, T. N., Ferrando, A. A., Arent, S. M., Smith-Ryan, A. E., Stout, J. R., Arciero, P. J., Ormsbee, M. J., Taylor, L., Wilborn, C., Kalman, D., Kreider, R. B., Willoughby, D. S., . . . António, J. (2017). International Society of Sports Nutrition Position Stand: protein and exercise. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 14(1). <https://doi.org/10.1186/s12970-017-0177-8>

Jensen, L. J., Bangsbo, J., & Hellsten, Y. (2004). Effect of high intensity training on capillarization and presence of angiogenic factors in human skeletal muscle. *The Journal of Physiology*, 557(2), 571–582. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2003.057711>

Jeukendrup, A. E. (2010). Carbohydrate and exercise performance: the role of multiple transportable carbohydrates. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, 13(4), 452–457. <https://doi.org/10.1097/mco.0b013e328339de9f>

Jones, A. M., Thompson, C., Wylie, L. J., & Vanhatalo, A. (2018). Dietary nitrate and physical performance. *Annual Review of Nutrition*, 38(1), 303–328. <https://doi.org/10.1146/annurev-nutr-082117-051622>

Jones, A. M., Vanhatalo, A., Seals, D. R., Rossman, M. J., Píknová, B., & Jonvik, K. L. (2020). Dietary nitrate and nitric oxide metabolism: mouth, circulation, skeletal muscle, and exercise performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 53(2), 280–294. <https://doi.org/10.1249/mss.0000000000002470>

Jonvik, K. L., Nyakayiru, J., Van Loon, L. J. C., & Verdijk, L. B. (2015). Can elite athletes benefit from dietary nitrate supplementation? *Journal of Applied Physiology*, 119(6), 759–761. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00232.2015>

Kerksick, C. M., Arent, S. M., Schöenfeld, B. J., Stout, J. R., Campbell, B., Wilborn, C., Taylor, L., Kalman, D., Smith-Ryan, A. E., Kreider, R. B., Willoughby, D. S., Arciero, P. J., VanDusseldorp, T. A., Ormsbee, M. J., Wildman, R., Greenwood, M., Ziegenfuss, T. N., Aragon, A. A., & António, J. (2017). International society of sports nutrition position stand: nutrient timing. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 14(1). <https://doi.org/10.1186/s12970-017-0189-4>

Kerksick, C. M., Wilborn, C., Roberts, M. D., Smith-Ryan, A. E., Kleiner, S. M., Jäger, R., Collins, R., Cooke, M., Davis, J. N., Galván, E., Greenwood, M., Lowery, L., Wildman, R., António, J., & Kreider, R. B. (2018). ISSN exercise & sports

nutrition review update: research & recommendations. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 15(1). <https://doi.org/10.1186/s12970-018-0242-y>

Knechtle, B., Fraire, O. S., Andonie, J. L., & Kohler, G. (2007). Effect of a multistage ultra-endurance triathlon on body composition: World Challenge Deca Iron Triathlon 2006. *British Journal of Sports Medicine*, 42(2), 121–125. <https://doi.org/10.1136/bjsm.2007.038034>

Knechtle, B., & Nikolaidis, P. (2019). Nutrition and ultraendurance. In *Elsevier eBooks* (pp. 163–173). <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-813922-6.00014-x>

Knechtle, B., & Nikolaidis, P. T. (2018). Physiology and pathophysiology in Ultra-Marathon running. *Frontiers in Physiology*, 9. <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.00634>

Leite, G. S., Student, A. S. R. M., West, N. P., & Lancha, A. H. (2019). Probiotics and sports: A new magic bullet? *Nutrition*, 60, 152–160. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2018.09.023>

Lis, D. M., Stellingwerff, T., Kitic, C. M., Fell, J. C., & Ahuja, K. (2018). Low FODMAP. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 50(1), 116–123. <https://doi.org/10.1249/mss.0000000000001419>

Lombardi, G., Lanteri, P., Fiorella, P. L., Simonetto, L., Impellizzeri, F. M., Bonifazi, M., Banfi, G., & Locatelli, M. (2013). Comparison of the Hematological Profile of Elite Road Cyclists during the 2010 and 2012 GiroBio Ten-Day Stage Races

and Relationships with Final Ranking. *PLOS ONE*, 8(4), e63092.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0063092>

Lowery, L., Anderson, D. E., Scanlon, K. F., Stack, A., Escalante, G., Campbell, S. C., Kerkick, C. M., Nelson, M. T., Ziegenfuss, T. N., VanDusseldorp, T. A., Kalman, D., Campbell, B., Kreider, R. B., & António, J. (2023). International society of sports nutrition position stand: coffee and sports performance. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 20(1).
<https://doi.org/10.1080/15502783.2023.2237952>

Marilleau, N., Banizette, M., & Millet, G. Y. (2011). Stress and recovery states after a 24 h ultra-marathon race: A one-month follow-up study. *Psychology of Sport and Exercise*, 12(4), 368–374. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2011.03.005>

Maughan, R. J., Burke, L. M., Dvořák, J., Larson-Meyer, D. E., Peeling, P., Phillips, S. M., Rawson, E. S., Walsh, N. P., Garthe, I., Geyer, H., Meeusen, R., Van Loon, L. J. C., Shirreffs, S. M., Spriet, L. L., Stuart, M., Vernec, A., Currell, K., Ali, V. M., Budgett, R., . . . Engebretsen, L. (2018). IOC consensus statement: dietary supplements and the high-performance athlete. *British Journal of Sports Medicine*, 52(7), 439–455. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-099027>

McCubbin, A. J., Cox, G. R., & Broad, E. (2016). Case Study: Nutrition Planning and Intake for Marathon des Sables—A Series of Five Runners. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 26(6), 581–587.
<https://doi.org/10.1123/ijsnem.2016-0016>

McDermott, B. P., Anderson, S., Armstrong, L. E., Casa, D. J., Cheuvront, S. N., Cooper, L., Kenney, W. L., O'Connor, F. G., & Roberts, W. O. (2017). National Athletic Trainers' Association Position Statement: Fluid replacement for the physically active. *Journal of Athletic Training*, 52(9), 877–895. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-52.9.02>

Moran, S. T., Dziedzic, C. E., & Cox, G. R. (2011). Feeding strategies of a female athlete during an ultraendurance running event. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 21(4), 347–351. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.21.4.347>

Morrison, D., Hughes, J. N. P., Della Gatta, P. A., Mason, S., Lamon, S., Russell, A. P., & Wadley, G. D. (2015). Vitamin C and E supplementation prevents some of the cellular adaptations to endurance-training in humans. *Free Radical Biology and Medicine*, 89, 852–862. <https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2015.10.412>

Peters, H. P. F., Van Schelven, W. F., Verstappen, P. A., De Boer, R. W., Bol, E., Erich, W. B. M., Van Der Togt, C. R., & De Vries, W. R. (1995). Exercise performance as a function of Semi-Solid and liquid carbohydrate feedings during prolonged exercise. *International Journal of Sports Medicine*, 16(02), 105–113. <https://doi.org/10.1055/s-2007-972974>

Pyne, D. B., West, N. P., Cox, A. J., & Cripps, A. W. (2014). Probiotics supplementation for athletes – Clinical and physiological effects. *European Journal of Sport Science*, 15(1), 63–72. <https://doi.org/10.1080/17461391.2014.971879>

Roberts, J., Suckling, C. A., Peedle, G. Y., Murphy, J., Dawkins, T. G., & Roberts, M. C. (2016). An exploratory investigation of endotoxin levels in novice long distance triathletes, and the effects of a Multi-Strain Probiotic/Prebiotic, antioxidant intervention. *Nutrients*, 8(11), 733. <https://doi.org/10.3390/nu8110733>

Roberts, J., Tarpey, M. D., Kass, L., Tarpey, R. J., & Roberts, M. C. (2014). Assessing a commercially available sports drink on exogenous carbohydrate oxidation, fluid delivery and sustained exercise performance. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 11(1). <https://doi.org/10.1186/1550-2783-11-8>

Ryan, T. J., Daly, E., & Ryan, L. (2023). Exploring the nutrition strategies employed by Ultra-Endurance Athletes to alleviate Exercise-Induced Gastrointestinal Symptoms—A Systematic Review. *Nutrients*, 15(20), 4330. <https://doi.org/10.3390/nu15204330>

Sawka, M. N., Cheuvront, S. N., & Robert, C. (2005). Human water needs. *Nutrition Reviews*, 63, S30–S39. <https://doi.org/10.1111/j.1753-4887.2005.tb00152.x>

Scheer, V. (2019). Participation trends of ultra endurance events. *Sports Medicine and Arthroscopy Review*, 27(1), 3–7. <https://doi.org/10.1097/jsa.0000000000000198>

Schenk, K., Gatterer, H., Ferrari, M., Ferrari, P., Lo Cascio, V., & 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(1), 47–52. <https://doi.org/10.1097/jsm.0b013e3181c9673f>

Shephard, R. (2007). American College of Sports Medicine Position Stand: Exercise and fluid replacement. *Yearbook of Sports Medicine*, 2007, 254–255. [https://doi.org/10.1016/s0162-0908\(08\)70206-x](https://doi.org/10.1016/s0162-0908(08)70206-x)

Singh, A., Moses, F. M., & Deuster, P. A. (1992). Chronic multivitamin-mineral supplementation does not enhance physical performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 24(6), 726–732. <https://doi.org/10.1249/00005768-199206000-00017>

Singh, R., Chang, H. H., Yan, D., Lee, K. M., Uçmak, D., Wong, K., Abrouk, M., Farahnik, B., Nakamura, M., Zhu, T. H., Bhutani, T., & Liao, W. (2017). Influence of diet on the gut microbiome and implications for human health. *Journal of Translational Medicine*, 15(1). <https://doi.org/10.1186/s12967-017-1175-y>

Spriet, L. L. (2014). Exercise and Sport Performance with Low Doses of Caffeine. *Sports Medicine*, 44(S2), 175–184. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0257-8>

Stellingwerff, T., & Cox, G. R. (2014). Systematic review: Carbohydrate supplementation on exercise performance or capacity of varying durations. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 39(9), 998–1011. <https://doi.org/10.1139/apnm-2014-0027>

Stuempfle, K. J., & Hoffman, M. D. (2015). Gastrointestinal distress is common during a 161-km ultramarathon. *Journal of Sports Sciences*, 33(17), 1814–1821. <https://doi.org/10.1080/02640414.2015.1012104>

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 of the American College of Nutrition*, 30(6), 529–535. <https://doi.org/10.1080/07315724.2011.10719999>

Tiller, N. B., Roberts, J., Beasley, L., Chapman, S., Pinto, J. M., Smith, L., Wiffin, M., Russell, M., Sparks, A. K., Duckworth, L., O'Hara, J., Sutton, L., António, J., Willoughby, D. S., Tarpey, M. D., Smith-Ryan, A. E., Ormsbee, M. J., Astorino, T. A., Kreider, R. B., . . . 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). <https://doi.org/10.1186/s12970-019-0312-9>

Totzeck, M., Hendgen-Cotta, U. B., Rammos, C., Frommke, L., Knackstedt, C., Predel, H., Kelm, M., & Rassaf, T. (2012). Higher endogenous nitrite levels are associated with superior exercise capacity in highly trained athletes. *Nitric Oxide*, 27(2), 75–81. <https://doi.org/10.1016/j.niox.2012.05.003>

Trexler, E. T., Smith-Ryan, A. E., Roelofs, E. J., Hirsch, K. R., & Mock, M. G. (2015). Effects of coffee and caffeine anhydrous on strength and sprint performance. *European Journal of Sport Science*, 16(6), 702–710. <https://doi.org/10.1080/17461391.2015.1085097>

Tuohy, K., Probert, H. M., Smejkal, C. W., & Gibson, G. (2003). Using probiotics and prebiotics to improve gut health. *Drug Discovery Today*, 8(15), 692–700. [https://doi.org/10.1016/s1359-6446\(03\)02746-6](https://doi.org/10.1016/s1359-6446(03)02746-6)

Vezzoli, A., Dellanoce, C., Mrakic-Sposta, S., Montorsi, M., Moretti, S., Tonini, A., Pratali, L., & Accinni, R. (2016). Oxidative Stress Assessment in Response to Ultraendurance Exercise: Thiols Redox Status and ROS Production according to Duration of a Competitive Race. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2016, 1–13. <https://doi.org/10.1155/2016/6439037>

Wallis, G. A., Rowlands, D. S., Shaw, C. S., Jentjens, R. L. P. G., & Jeukendrup, A. E. (2005). Oxidation of Combined Ingestion of Maltodextrins and Fructose during Exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 37(3), 426–432. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000155399.23358.82>

West, N. P., Pyne, D. B., Cripps, A. W., Hopkins, W. G., Eskesen, D., Jairath, A., Christophersen, C. T., Conlon, M. A., & Fricker, P. (2011). *Lactobacillus fermentum* (PCC®) supplementation and gastrointestinal and respiratory-tract illness symptoms: a randomised control trial in athletes. *Nutrition Journal*, 10(1). <https://doi.org/10.1186/1475-2891-10-30>

Williamson, E. (2016). Nutritional implications for ultra-endurance walking and running events. *Extreme Physiology and Medicine*, 5(1). <https://doi.org/10.1186/s13728-016-0054-0>

Yusof, A., Leithäuser, R. M., Roth, H. J., Finkernagel, H., Wilson, M. T., & Beneke, R. (2007). Exercise-induced hemolysis is caused by protein modification and most evident during the early phase of an ultraendurance race. *Journal of Applied Physiology*, 102(2), 582–586. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00580.2006>

Zingg, M. A., Knechtle, B., Rüst, C. A., Rosemann, T., & Lepers, R. (2013). Analysis of participation and performance in athletes by age group in ultramarathons of more than 200 km in length. *International Journal of General Medicine*, 209. <https://doi.org/10.2147/ijgm.s43454>

Zinn, C., Wood, M. R., Williden, M., Chatterton, S., & Maunder, E. (2017). Ketogenic diet benefits body composition and well-being but not performance in a pilot case study of New Zealand endurance athletes. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 14(1). <https://doi.org/10.1186/s12970-017-0180-0>