

ΔΙΑΤΡΟΦΗ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

του

ΠΑΝΑΓΙΩΤΗ ΔΗΜΗΤΡΑΚΟΠΟΥΛΟΥ

Τμήμα Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων

Σχολή Περιβάλλοντος

ΙΟΝΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ



Αργοστόλι Κεφαλληνίας

ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2023

ΔΙΑΤΡΟΦΗ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΣ

Η πτυχιακή εργασία εγκρίθηκε από:

Γιώτης Χαρίλαος

Λιοσάτου Γεωργία

Μουρελάτου Αθηνάϊδα

Περίληψη

Το Αμερικανικό Κολλέγιο Αθλητιατρικής, οι Διαιτολόγοι του Καναδά και η Ακαδημία Διατροφής και Διαιτολογίας συμφωνούν ότι οι έξυπνες στρατηγικές διατροφής μπορούν να βελτιώσουν σημαντικά την αθλητική απόδοση και τα επίπεδα αποκατάστασης. Στοχεύουν στη βελτίωση της γενικής υγείας και της απόδοσης σε διάφορα σενάρια προπόνησης και ανταγωνιστικών αθλημάτων με τη θέσπιση πρωτοκόλλων για την κατανάλωση τροφής, ενυδάτωσης και συμπληρωμάτων.

Η παρούσα εργασία παρουσιάζει τα αποτελέσματα των πρόσφατων ερευνών αναφορικά με τη σημαντικότητα των διατροφικών μοντέλων που προσφέρουν μεγιστοποίηση στην απόδοση των αθλητών.

Abstract

The American College of Sports Medicine, Dietitians of Canada, and the Academy of Nutrition and Dietetics agree that intelligent nutrition strategies can significantly enhance athletic performance and recovery levels. They aim to improve general health and performance in various training and competitive sport scenarios by establishing protocols for food, hydration, and supplement consumption.

This paper presents the results of recent research regarding the importance of nutritional models that maximize the performance of athletes.

Περιεχόμενα

Περίληψη	i
Abstract	ii
Πίνακας Ακρωνυμίων	v
Εισαγωγή	1
1 Διατροφή για την προετοιμασία των αθλητών	2
1.1 Ενεργειακές απαιτήσεις, ενεργειακή εξισορρόπηση και διαθεσιμότητα	2
1.2 Σύσταση του σώματος και αθλητικές επιδόσεις	7
2 Διατροφικές απαιτήσεις αθλητών	11
2.1 Υδατάνθρακες	13
2.2 Πρωτεΐνες	17
2.2.1 Πρωτεϊνικές ανάγκες	19
2.2.2 Ο χρονισμός της πρωτεΐνης ως έναυσμα για μεταβολική προσαρμογή. .	21
2.2.3 Βέλτιστες πρωτεϊνικές πηγές	22
2.3 Λίπη	23
2.4 Αλκοόλ	26
2.5 Μικροθρεπτικά	28
2.5.1 Σίδηρος	28
2.5.2 Βιταμίνη D	31
2.5.3 Ασβέστιο	33
2.5.4 Αντιοξειδωτικά	34
3 Στρατηγικές βελτιστοποίησης της απόδοσης και της αποθεραπείας	38
3.1 Διατροφή πριν, κατά τη διάρκεια και μετά τις προπονήσεις	38
3.2 Ισορροπία υγρών και ηλεκτρολυτών	40
3.2.1 Πριν την προπόνηση	42
3.2.2 Κατά τη διάρκεια της προπόνησης	43
3.2.1 Μετά την προπόνηση	47
3.3 Διατροφικά συμπληρώματα	48
3.3.1 Οδηγίες για συμπληρώματα υδατανθράκων	48
3.3.2 Οδηγίες για συμπληρώματα πρωτεϊνών	53
3.3.3 Συμπληρώματα Διατροφής και Εργογονικά Βοηθήματα	55
4 Ιδιαίτεροι πληθυσμοί και συνθήκες	60
4.1 Χορτοφάγοι αθλητές	60
4.2 Ακραίες περιβαλλοντικές συνθήκες	61

4.2.1	Μεγάλα ύψη	61
4.2.2	Θερμά περιβάλλοντα	63
4.2.3	Ψυχρά περιβάλλοντα	65
5	Διατροφικές παρεμβάσεις σε συγκεκριμένα αθλήματα	68
5.1	Μαχητικά αθλήματα	68
5.1.1	Διατροφικά συμπληρώματα.....	69
5.2	Αθλητές στίβου	71
5.2.1	Διατροφή για την αντιμετώπιση μυϊκών τραυματισμών	71
5.2.2	Διατροφή για την αντιμετώπιση τραυματισμών των οστών.....	73
5.3	Αθλητές αντοχής.....	79
5.3.1	Πριν τον αγώνα.....	80
5.3.2	Κατά τη διάρκεια του αγώνα	81
	Βιβλιογραφία	88

Πίνακας Ακρωνυμίων

FFM: μάζα ελεύθερη από λίπος

EI: ενεργειακή πρόσληψη

TEE: συνολική ενεργειακή δαπάνη

BMR: βασικός μεταβολικός ρυθμός

TEF: θερμιδική επίδραση της τροφής

TEA: θερμιδική επίδραση της δραστηριότητας

RMR: μεταβολικός ρυθμός ηρεμίας

DRI: διατροφικές προσλήψεις αναφοράς

EA: διαθεσιμότητα ενέργειας

RED-S: σχετική ενεργειακή ανεπάρκεια στον αθλητισμό

IDA: σιδηροπενική αναιμία

MPS: πρωτεϊνοσύνθεση

ATP: τριφωσφορική αδενοσίνη

Εισαγωγή

Η έρευνα στον τομέα της αθλητικής διατροφής έχει επικεντρωθεί στη μελέτη των φυσιολογικών επιπτώσεων της διατροφής και στη συλλογή πληροφοριών για την υποστήριξη κατευθυντήριων γραμμών για καλές επιδόσεις (Burke et al., 2018;).

Ωστόσο, η διεξαγωγή μιας τέτοιας μελέτης δεν έχει καμία σημασία εκτός εάν ο πληθυσμός των αθλητών ενσωματώσει ενεργά τις ανακαλύψεις στην καθημερινότητά τους. Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται σημαντική άνοδος στον αριθμό των δημοσιεύσεων στον τομέα της αθλητικής διατροφής. Ωστόσο, συνήθως παρατηρείται ότι οι αθλητές συχνά αποτυγχάνουν να ακολουθήσουν τις συνιστάμενες οδηγίες (Ali, Al-Siyabi, Waly, & Kilani, 2015).

Η απόκτηση μιας πιο ολοκληρωμένης κατανόησης των αποτελεσματικών αθλητικών διατροφικών παρεμβάσεων είναι ζωτικής σημασίας για τη βελτίωση της δομής και της ουσίας των μελλοντικών παρεμβάσεων που στοχεύουν στη βελτίωση της απόδοσης των αθλητών και στην προστασία της υγείας τους. Μια η συστηματική ανασκόπηση εξέτασε την αποτελεσματικότητα των προγραμμάτων διατροφικής εκπαίδευσης σε αθλητές (Heaney et al 2011), αποκαλύπτοντας μια μέτρια ($r < 0,44$) αλλά θετική συσχέτιση μεταξύ γνώσης και διατροφικής πρόσληψης. Η ανασκόπηση των Heaney et al έχει σημαντικές συνέπειες, υπογραμμίζοντας την ανάγκη για πρόσθετη έρευνα στο θέμα. Ωστόσο, είναι προφανές ότι η εκπαίδευση από μόνη της είναι ανεπαρκής για να προκαλέσει αλλαγή συμπεριφοράς (Ogden, 2016). Αντίθετα, είναι απαραίτητο να αναπτυχθούν και να εκτελεστούν προγράμματα που καθοδηγούνται από τη θεωρία και ενσωματώνουν τα αποτελέσματα της έρευνας.

1 Διατροφή για την προετοιμασία των αθλητών

1.1 Ενεργειακές απαιτήσεις, ενεργειακή εξισορρόπηση και διαθεσιμότητα

Η επαρκής πρόσληψη ενέργειας είναι απαραίτητη για τη διατροφή ενός αθλητή, καθώς προάγει τις βέλτιστες σωματικές λειτουργίες, επηρεάζει την ικανότητα κατανάλωσης μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών συστατικών και βοηθά στον έλεγχο της σύστασης του σώματος. Η κατανάλωση ενέργειας ενός αθλητή από τροφές, ποτά και συμπληρώματα μπορεί να προσδιοριστεί αναλύοντας αρχεία ζυγισμένων ή μετρημένων τροφίμων (συνήθως συλλέγονται σε περίοδο 3 έως 7 ημερών), πραγματοποιώντας μια 24ωρη ανάκληση πολλαπλών διαδρομών ή χρησιμοποιώντας ερωτηματολόγια συχνότητας κατανάλωσης τροφίμων (Deakin et al 2015). Όλες αυτές οι προσεγγίσεις έχουν εγγενή μειονεκτήματα, τα οποία τείνουν να οδηγούν στην ανεπαρκή καταγραφή των προσλήψεων. Η απόκτηση ολοκληρωμένης γνώσης σχετικά με τους στόχους και τις διαδικασίες καταγραφής των προσλήψεων μπορεί να βοηθήσει στην τήρηση των κανονισμών και να βελτιώσει την ακρίβεια και την αξιοπιστία των αυτοαναφερόμενων δεδομένων.

Εν τω μεταξύ, οι ενεργειακές ανάγκες ενός αθλητή καθορίζονται από την περιοδικότητα των προπονήσεων και των αγώνων. Διάφοροι παράγοντες μπορούν να αυξήσουν τις ενεργειακές απαιτήσεις πέρα από τα συνηθισμένα βασικά επίπεδα. Αυτοί οι παράγοντες περιλαμβάνουν την έκθεση σε ακραίες θερμοκρασίες, το φόβο ή το άγχος, την ύπαρξη ορισμένων σωματικών τραυματισμών, την κατανάλωση ορισμένων φαρμάκων ή ουσιών (όπως η καφεΐνη και τη νικοτίνη), την απόκτηση μάζας χωρίς λίπος (FFM) και πιθανή παρουσία στην ωχρινική φάση του εμμηνορροϊκού κύκλου (Manore, Thompson 2015). Εκτός από τη μειωμένη άσκηση,

η ηλικία και οι μειώσεις της FFM συμβάλλουν στη μείωση των ενεργειακών απαιτήσεων. Η ωοθυλακική φάση του εμμηνορροϊκού κύκλου μπορεί επίσης να παίζει ρόλο σε αυτή τη μείωση (Spriet 2014).

Το ενεργειακό ισοζύγιο επιτυγχάνεται όταν η ποσότητα της ενέργειας που προσλαμβάνεται (EI) είναι ίση με την ποσότητα ενέργειας που δαπανάται (TEE). Η ποσότητα της ενέργειας που δαπανάται καθορίζεται από τρεις παράγοντες: τον βασικό μεταβολικό ρυθμό (BMR), τη θερμική επίδραση της τροφής (TEF) και τη θερμική επίδραση της άσκησης (TEA).

Οι μεθοδολογίες που χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση ή την προσέγγιση διαφόρων στοιχείων της TEE σε άτομα που ακολουθούν καθιστικό ή μέτρια ενεργό τρόπο ζωής, μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν και στους αθλητές. Ωστόσο, είναι σημαντικό να αναγνωρίσουμε ότι υπάρχουν ορισμένοι περιορισμοί που σχετίζονται με αυτήν την τεχνική, ειδικά όταν έχουμε να κάνουμε με αθλητές υψηλής ανταγωνιστικότητας. Λόγω της απαίτησης, για τους συμμετέχοντες, να παραμείνουν σε πλήρη ηρεμία, είναι πιο εφικτό να εκτιμηθεί ο μεταβολικός ρυθμός ηρεμίας (RMR) αντί του βασικού μεταβολικού ρυθμού (BMR), ο οποίος μπορεί να είναι 10% υψηλότερος. Ενώ συνιστάται η χρήση εξισώσεων παλινδρόμησης ειδικού πληθυσμού, με την οποία μπορεί να επιτευχθεί μια καλή εκτίμηση του BMR χρησιμοποιώντας είτε τις εξισώσεις Cunningham (1980) είτε τις εξισώσεις Harris-Benedict (Roza, Shizgal 1984) και στη συνέχεια εφαρμόζοντας έναν κατάλληλο παράγοντα δραστηριότητας για την εκτίμηση της Συνολικής Δαπάνης Ενέργειας (TEE).

Ενώ ο μεταβολικός ρυθμός ηρεμίας (RMR) αντιπροσωπεύει το 60% έως 80% της συνολικής ενεργειακής δαπάνης (TEE) σε ανενεργά άτομα, ενώ μπορεί να είναι από 38% έως 47% της TEE σε επίλεκτους αθλητές αντοχής που μπορεί να έχουν θερμική επίδραση της δραστηριότητας (TEA) έως και το 50% της TEE (Manore, Thompson 2015). Η TEA περιλαμβάνει τη σκόπιμη σωματική άσκηση, τις απρογραμματίστες σωματικές κινήσεις (όπως ταραχές) και την ενέργεια που δαπανάται σε δραστηριότητες που δεν θεωρούνται επίσημη άσκηση. Η εκτίμηση της ενεργειακής δαπάνης από την άσκηση μπορεί να γίνει χρησιμοποιώντας διάφορες μεθόδους, όπως τα αρχεία καταγραφής δραστηριοτήτων, που κυμαίνονται σε διάρκεια από 1 έως 7 ημέρες. Αυτά τα αρχεία καταγραφής περιλαμβάνουν υποκειμενικές εκτιμήσεις της έντασης της άσκησης χρησιμοποιώντας κωδικούς δραστηριότητας και μεταβολικά ισοδύναμα (Guebels et al 2014, Ainsworth et al 2020). Άλλες πηγές που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εκτίμηση της, περιλαμβάνουν τις Διατροφικές Κατευθυντήριες Γραμμές των ΗΠΑ από το 2015 (US Department of Health and Human Services and US Department of Agriculture 2016) και τις Διατροφικές Προσλήψεις Αναφοράς (DRIs) (Institute of Medicine, Food and Nutrition Board. 2005). Οι δύο τελευταίες μέθοδοι συχνά υποτιμούν τις ανάγκες των αθλητών λόγω της αδυναμίας τους να λάβουν υπόψη τη μεγάλη ποικιλία σωματότυπων και επιπέδων δραστηριότητας μεταξύ των αθλητών. Η διαθεσιμότητα ενέργειας (EA) είναι μια σύγχρονη έννοια στην αθλητική διατροφή που λαμβάνει υπόψη την ενεργειακή πρόσληψη σε σχέση με τις απαιτήσεις για καλή υγεία και λειτουργία, αντί να εστιάζει μόνο στο ενεργειακό ισοζύγιο.

Η EA αντιπροσωπεύει την ενέργεια που παραμένει διαθέσιμη στον οργανισμό για όλες τις άλλες διεργασίες μόλις αφαιρεθεί η ενέργεια που δαπανάται για την

άσκηση (Loucks 2013). Η αρχική έρευνα αυτής της έννοιας διεξήχθη σε γυναίκες, αποκαλύπτοντας ότι η ενεργειακή διαθεσιμότητα (EA) 45 kcal/kg FFM/ημέρα συνδέθηκε τόσο με το ενεργειακό ισοζύγιο όσο και με τη βέλτιστη υγεία. Αντίθετα, μια παρατεταμένη μείωση της EA, ειδικά κάτω από 30 kcal/kg FFM/ημέρα, συσχετίστηκε με ελλείμματα ενέργειας σε πολλές σωματικές διεργασίες (Loucks 2013). Η χαμηλή διαθεσιμότητα ενέργειας (EA) μπορεί να προκύψει από ανεπαρκή ενεργειακή πρόσληψη (EI), αυξημένη συνολική ενεργειακή δαπάνη (TEE) ή συνδυασμό αυτών των παραγόντων. Η νευρική ανορεξία μπορεί να συνδεθεί με διαταραγμένη διατροφή, ένα λανθασμένο ή πολύ γρήγορο πρόγραμμα απώλειας βάρους ή ακούσια αδυναμία κάλυψης των ενεργειακών αναγκών κατά τη διάρκεια μιας περιόδου έντονης προπόνησης ή αγώνων (Loucks 2013).

Η έννοια της EA προήλθε από την εξέταση των γυναικών αθλητριών και αρχικά αναγνωρίστηκε ως η διασύνδεση των κλινικών προβλημάτων, συμπεριλαμβανομένων της διατροφικής διαταραχής, της εμμηνορροϊκής δυσλειτουργίας και της χαμηλής οστικής πυκνότητας. Με την πάροδο του χρόνου, έχει εξελιχθεί σε μια πιο ολοκληρωμένη κατανόηση των θεμάτων που σχετίζονται με οποιαδήποτε απόκλιση από τη βέλτιστη διαθεσιμότητα ενέργειας, την εμμηνορροϊκή κατάσταση και την υγεία των οστών (De Souza et al 2013). Αναγνωρίζεται ότι οι αθλήτριες μπορεί να εμφανίσουν διάφορες επιδράσεις στις φυσιολογικές τους λειτουργίες. Αυτές οι επιδράσεις μπορεί να περιλαμβάνουν ενδοκρινικά, γαστρεντερικά, νεφρικά, νευροψυχιατρικά, μυοσκελετικά και καρδιαγγειακά προβλήματα (De Souza et al 2013). Πράγματι, μια επέκταση αυτών των προβλημάτων είναι η Σχετική Ενεργειακή Ανεπάρκεια στον Αθλητισμό (RED-S). Αυτός ο όρος περιλαμβάνει όλες τις φυσιολογικές επιπλοκές που παρατηρούνται

τόσο σε άνδρες όσο και σε γυναίκες αθλητές που παρουσιάζουν ανεπαρκή ενεργειακή πρόσληψη για να υποστηρίξουν τη βέλτιστη λειτουργία του σώματος αφού ληφθεί υπόψη το ενεργειακό κόστος της άσκησης (Mountjoy et al 2014). Πιο συγκεκριμένα, η RED-S μπορεί να έχει δυσμενείς επιπτώσεις σε διάφορες πτυχές της υγείας, συμπεριλαμβανομένης της εμμηνορροϊκής λειτουργίας, της υγείας των οστών και της λειτουργίας του ενδοκρινικού, μεταβολικού, αιματολογικού, ψυχολογικού, καρδιαγγειακού, γαστρεντερικού και ανοσολογικού συστήματος καθώς και προβλημάτων ανάπτυξης. Οι πιθανές συνέπειες της RED-S μπορεί να περιλαμβάνουν μειωμένη αντοχή, αυξημένο κίνδυνο τραυματισμού, μειωμένη απόδοση στην προπόνηση, μειωμένη λήψη αποφάσεων, μειωμένο συντονισμό, μειωμένη εστίαση, ευερεθιστότητα, κατάθλιψη, εξαντλημένα αποθέματα γλυκογόνου και μειωμένη μυϊκή δύναμη (Mountjoy et al 2014).

Τώρα αναγνωρίζεται ότι προβλήματα υγείας και λειτουργικότητας μπορούν να εμφανιστούν σε όλα τα επίπεδα μειώσεων στην ΕΑ, και όχι μόνο σε ένα συγκεκριμένο επίπεδο της. Απαιτείται περαιτέρω έρευνα για την κατανόηση αυτών των βλαβών σε όλο το εύρος των μειώσεων της ΕΑ (Mountjoy et al 2014). Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι το να έχει κάποιος χαμηλή ΕΑ (διαθεσιμότητα ενέργειας) δεν σημαίνει απαραίτητα ότι έχει αρνητικό ενεργειακό ισοζύγιο ή απώλεια βάρους. Στην πραγματικότητα, εάν μια μείωση του ΕΑ συνοδεύεται από μείωση του RMR (μεταβολικός ρυθμός ηρεμίας), μπορεί να οδηγήσει σε μια νέα κατάσταση ενεργειακού ισοζυγίου ή σταθερότητας βάρους σε χαμηλότερο επίπεδο ενεργειακής πρόσληψης που είναι ανεπαρκές για τη διατήρηση των σωστών σωματικών λειτουργιών.

Ανεξάρτητα από τη γλώσσα που χρησιμοποιείται, είναι προφανές ότι η χαμηλή ενεργειακή διαθεσιμότητα (EA) τόσο σε άνδρες όσο και σε γυναίκες αθλητές μπορεί να εμποδίσει την αθλητική απόδοση τόσο βραχυπρόθεσμα όσο και μακροπρόθεσμα. Έχουν θεσπιστεί κατευθυντήριες γραμμές για τον έλεγχο και τη θεραπεία της χαμηλής EA (De Souza et al 2013, Mountjoy et al 2014). Αυτές οι οδηγίες συνιστούν τη διεξαγωγή αξιολόγησης χρησιμοποιώντας το Eating Disorder Inventory-3 (Garner 2004) ή το Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, πέμπτη έκδοση, το οποίο ενσωματώνει ενημερωμένα κριτήρια για τις διατροφικές διαταραχές (American Psychiatric Association 2013). Υπάρχουν στοιχεία που δείχνουν ότι οι παρεμβάσεις που στοχεύουν στην αύξηση της διαθεσιμότητας ενέργειας (EA) ήταν επιτυχείς στη βελτίωση ορισμένων εξασθενημένων σωματικών λειτουργιών. Για παράδειγμα, σε μια μελέτη 6 μηνών στην οποία συμμετείχαν αθλήτριες που αντιμετώπιζαν δυσλειτουργία εμμήνου ρύσεως, μια διατροφική θεραπεία που αύξησε την EA σε 40 kcal/kg FFM/ημέρα οδήγησε στην επανέναρξη των εμμηνορροϊκών κύκλων σε όλες τις συμμετέχουσες, με μέσο χρόνο 2,6 μήνες (Guebels et al 2014).

1.2 Σύσταση του σώματος και αθλητικές επιδόσεις

Διαφορετικά φυσικά χαρακτηριστικά όπως το μέγεθος του σώματος, το σχήμα και η σύνθεση πιστεύεται ότι παίζουν ρόλο στην επίτευξη επιτυχίας σε διαφορετικά αθλήματα. Μεταξύ αυτών των παραγόντων, η μάζα σώματος, που συνήθως αναφέρεται ως «βάρος», και η σύσταση σώματος υπογραμμίζονται συχνά από τους αθλητές λόγω του υψηλού βαθμού χειρισμού τους. Ενώ είναι προφανές ότι η αξιολόγηση και ο έλεγχος της σύστασης του σώματος μπορεί να βοηθήσει στην πρόοδο της καριέρας ενός αθλητή, είναι σημαντικό να τονιστεί ότι η αθλητική

επίδοση δεν μπορεί να προβλεφθεί αξιόπιστα λαμβάνοντας υπόψη μόνο το σωματικό βάρος και τη σύνθεση του σώματος. Δεν είναι σκόπιμο να αναφερθεί μια μοναδική και παγιωμένη ιδανική σύνθεση σώματος για κάθε συγκεκριμένο άθλημα ή ομάδα αθλητών (Sundgot-Borgen et al 2013). Ωστόσο, είναι σημαντικό να ληφθούν υπόψη οι συνδέσεις μεταξύ της σύστασης του σώματος και της αθλητικής απόδοσης κατά την προετοιμασία ενός αθλητή.

Οι αθλητές στα αθλήματα δύναμης στοχεύουν να αυξήσουν τη μάζα χωρίς λίπος (FFM) μέσω ενός προγράμματος μυϊκής υπερτροφίας σε συγκεκριμένες περιόδους του ετήσιου κύκλου. Ενώ ορισμένοι αθλητές επικεντρώνονται στην αύξηση του συνολικού μεγέθους και της δύναμής τους, υπάρχουν άλλα αθλήματα στα οποία οι συμμετέχοντες πρέπει να μετακινήσουν το δικό τους σωματικό βάρος ή να αγωνιστούν σε συγκεκριμένες κατηγορίες βάρους. Σε αυτές τις περιπτώσεις, είναι σημαντικό να δοθεί προτεραιότητα στη βελτιστοποίηση των αναλογιών ισχύος προς βάρος αντί να εστιάσουμε αποκλειστικά στην απόλυτη ισχύ (Stellingwerff et al 2011). Ως εκ τούτου, ορισμένοι αθλητές δύναμης φιλοδοξούν να επιτύχουν χαμηλές ποσότητες σωματικού λίπους. Σε αθλήματα που έχουν τμήματα βάρους, όπως μαχητικά αθλήματα, ελαφριά κωπηλασία και άρση βαρών, οι αθλητές συνήθως στοχεύουν να αγωνιστούν στη χαμηλότερη δυνατή κατηγορία βάρους ενώ βελτιστοποιούν την άλιπη μυϊκή τους μάζα σε αυτήν την κατηγορία.

Άλλοι αθλητές προσπαθούν να διατηρήσουν μειωμένη μάζα σώματος και/ή επίπεδο σωματικού λίπους για διακριτά οφέλη (O'Connor, Slater 2011). Οι δρομείς αποστάσεων και οι ποδηλάτες αντλούν πλεονεκτήματα από τη μειωμένη κατανάλωση ενέργειας κατά τη διάρκεια της κίνησης και την ευεργετική αναλογία βάρους προς την επιφάνεια, η οποία βοηθά στη διάχυση της θερμότητας. Οι αθλητές ομαδικών

αθλημάτων μπορούν να ενισχύσουν την ταχύτητα και την ευκινησία τους διατηρώντας μια λεπτή σωματική διάπλαση, ενώ οι αθλητές στα ακροβατικά αθλήματα (όπως καταδύσεις, γυμναστική και χορός) επιτυγχάνουν μηχανικά οφέλη επιδεικνύοντας την ικανότητα ελιγμών του σώματός τους σε μια πιο περιορισμένη περιοχή. Ορισμένα αθλήματα, συμπεριλαμβανομένου του bodybuilding, ενσωματώνουν την εμφάνιση ως παράγοντα για τον καθορισμό των αποτελεσμάτων απόδοσης. Ενώ υπάρχουν αποδεδειγμένα οφέλη από την επίτευξη μιας συγκεκριμένης σωματικής σύνθεσης, οι αθλητές μπορεί να βιώσουν την επιθυμία να επιδιώξουν στόχους χαμηλού βάρους ή σωματικού λίπους, συχνά μέσα σε ένα μη πρακτικό χρονικό πλαίσιο (Sundgot-Borgen et al 2013). Αυτοί οι αθλητές είναι επιρρεπείς σε ακραίες συμπεριφορές διαχείρισης βάρους ή επίμονες δίαιτες, γεγονός που τους υποβάλλει σε παρατεταμένες περιόδους χαμηλής διαθεσιμότητας ενέργειας και ανεπαρκούς υποστήριξης θρεπτικών συστατικών. Το κάνουν αυτό σε μια προσπάθεια να αναπαράγουν προηγούμενα επιτεύγματα με χαμηλότερο βάρος ή με πιο αδύνατο σώμα (Sundgot-Borgen et al 2013, Sundgot-Borgen, Garthe 2011). Τα ακραία μέτρα ελέγχου του βάρους μπορεί να έχουν αρνητικές επιπτώσεις τόσο στην υγεία όσο και στην απόδοση. Επιπλέον, έχουν αναφερθεί διαταραγμένα πρότυπα διατροφής σε αυτές τις συγκεκριμένες αθλητικές καταστάσεις (Sundgot-Borgen et al 2013, Sundgot-Borgen, Garthe 2011).

Ωστόσο, υπάρχουν περιπτώσεις στις οποίες ένας αθλητής μπορεί να βελτιώσει την υγεία και την απόδοσή του μειώνοντας το σωματικό του βάρος ή το σωματικό του λίπος ως μέρος μιας περιοδικής στρατηγικής. Στην ιδανική περίπτωση, αυτό συμβαίνει μέσα σε ένα πρόγραμμα που σταδιακά επιτυγχάνει μια εξατομικευμένη βέλτιστη σύνθεση σώματος κατά τη διάρκεια της αθλητικής σταδιοδρομίας του

αθλητή και επιτρέπει το βάρος και το σωματικό λίπος να παραμένουν σε ένα κατάλληλο εύρος καθ' όλη τη διάρκεια του ετήσιου κύκλου προπόνησης (Sundgot-Borgen, Garthe 2011). Το πρόγραμμα θα πρέπει να ενσωματώνει στρατηγικές για την πρόληψη της συσσώρευσης υπερβολικού σωματικού λίπους στους αθλητές λόγω ξαφνικής ανισορροπίας μεταξύ της ενεργειακής πρόσληψης και της δαπάνης, όπως κατά τη διάρκεια της σεζόν διακοπής ή κάποιου τραυματισμού.

Ενώ ο δείκτης μάζας σώματος δεν είναι κατάλληλος για την αξιολόγηση της σύστασης του σώματος σε αθλητές, αθλητές που έχουν επίμονη επιθυμία να κερδίσουν βάρος μπορεί να κινδυνεύουν να έχουν υψηλό δείκτη μάζας σώματος, ο οποίος με τη σειρά του αυξάνει την πιθανότητα να πληρούν τα κριτήρια για το μεταβολικό σύνδρομο (Steffes et al 2013). Οι αθλητικοί διαιτολόγοι θα πρέπει να διαθέτουν γνώσεις σχετικά με τα αθλήματα που ενθαρρύνουν την επίτευξη σημαντικής μάζας σώματος και θα πρέπει να αξιολογούν για μεταβολικούς παράγοντες κινδύνου (Steffes et al 2013).

2 Διατροφικές απαιτήσεις αθλητών

Είναι σημαντικό να κατανοήσουμε καλά την αλληλεπίδραση μεταξύ προπόνησης και θρεπτικών συστατικών και του τρόπου που αυτή επηρεάζει τα ενεργειακά συστήματα, τη διαθεσιμότητα ουσιών και τις προσαρμογές που συμβαίνουν κατά τη διάρκεια της προπόνησης, προκειμένου να καθοριστούν κατευθυντήριες γραμμές για το χρόνο και την ποσότητα κατανάλωσης μακροθρεπτικών συστατικών στη διατροφή ενός αθλητή. Η άσκηση τροφοδοτείται από έναν συνδυασμό ενεργειακών συστημάτων, τα οποία αποτελούνται από μη οξειδωτικά (φωσφαγονικά και γλυκολυτικά) και αερόβια μονοπάτια (οξείδωση λιπών και υδατανθράκων). Αυτές οι διαδρομές χρησιμοποιούν τόσο εσωτερικά παραγόμενα όσο και εξωτερικά λαμβανόμενα υποστρώματα. Το ATP και η φωσφοκρεατίνη, που συνθέτουν το σύστημα φωσφαγογόνου, προσφέρουν μια εύκολα προσβάσιμη πηγή ενέργειας για τη σύσπαση των μυών. Ωστόσο, τα επίπεδά τους δεν είναι επαρκή για να διατηρήσουν μια συνεχή ροή ενέργειας για περισσότερο από περίπου 10 δευτερόλεπτα. Η αναερόβια γλυκολυτική οδός μεταβολίζει αποτελεσματικά τη γλυκόζη και το μυϊκό γλυκογόνο μέσω του γλυκολυτικού καταρράκτη. Είναι το κύριο μονοπάτι που διατηρεί την άσκηση υψηλής έντασης που διαρκεί από 10 έως 180 δευτερόλεπτα. Τόσο η οδός φωσφαγογόνου όσο και η γλυκολυτική οδός δεν είναι σε θέση να ανταποκριθούν στις ενεργειακές απαιτήσεις που είναι απαραίτητες για να συστέλλονται οι μύες με γρήγορο ρυθμό κατά τη διάρκεια παρατεταμένων συμβάντων. Σε τέτοιες περιπτώσεις, οι οξειδωτικές οδοί γίνονται η κύρια πηγή καυσίμου για γεγονότα που διαρκούν περισσότερο από περίπου δύο λεπτά. Οι κύριες πηγές καυσίμων αποτελούνται από μυϊκό και ηπατικό γλυκογόνο, ενδομυϊκά λιπίδια, τριγλυκερίδια λιπώδους ιστού, καθώς και αμινοξέα που προέρχονται από τους μύες,

το αίμα, το συκώτι και τη γαστρεντερική οδό. Καθώς η διαθεσιμότητα οξυγόνου αυξάνεται στον εργαζόμενο μυ, το σώμα βασίζεται όλο και περισσότερο στις αερόβιες (οξειδωτικές) οδούς και μειώνει την εξάρτησή του από τις αναερόβιες διεργασίες (φωσφαγογόνο και γλυκολυτικό). Η αυξημένη εξάρτηση από αερόβια μονοπάτια δεν συμβαίνει ξαφνικά, ούτε σε κάποιο μονοπάτι βασίζεται ποτέ αποκλειστικά. Η σχετική συμβολή των ενεργειακών μονοπατιών και η εμφάνιση διασταύρωσης μεταξύ των μονοπατιών καθορίζεται από παράγοντες όπως η ένταση, η διάρκεια, η συχνότητα και το είδος της προπόνησης, καθώς και το φύλο και το επίπεδο προπόνησης του ατόμου και η προηγούμενη διατροφική πρόσληψη και υπόστρωμα. διαθεσιμότητα (Maughan, Gleeson 2010).

Ο σκελετικός μυς ενός αθλητή επιδεικνύει μια αξιοσημείωτη ικανότητα να προσαρμόζεται γρήγορα στο μηχανικό στρες και στη διαθεσιμότητα διατροφής, οδηγώντας σε μοναδικές μεταβολικές και λειτουργικές προσαρμογές (Hawley et al 2011). Αυτές οι προσαρμογές επηρεάζουν τις συστάσεις για τη διατροφή απόδοσης, με κύριο στόχο την εκπαίδευση των ενεργειακών συστημάτων ώστε να παρέχουν αποτελεσματικά τα απαραίτητα καύσιμα για μια εκδήλωση. Επιπλέον, θα πρέπει να ληφθούν διάφορα μέτρα για να διασφαλιστεί η διαθεσιμότητα επαρκών υποστρωμάτων κατά τη διάρκεια της εκδήλωσης. Οι προσαρμογές που βελτιώνουν τη μεταβολική ευελιξία περιλαμβάνουν την αύξηση των μορίων μεταφοράς που είναι υπεύθυνα για τη μεταφορά θρεπτικών ουσιών στις μεμβράνες ή στη συγκεκριμένη θέση μέσα στο μυϊκό κύτταρο όπου χρησιμοποιούνται. Αυτό περιλαμβάνει επίσης την ενίσχυση ενζύμων που ενεργοποιούν ή ελέγχουν τις μεταβολικές οδούς, καθώς και την ενίσχυση της ικανότητας των μυϊκών κυττάρων να ανέχονται τα υποπροϊόντα του μεταβολισμού. Επιπλέον, υπάρχει αύξηση στο μέγεθος των αποθεμάτων μυϊκού

καυσίμου (Spriet 2014). Ενώ ορισμένα μυϊκά υποστρώματα, όπως το σωματικό λίπος, υπάρχουν σε σημαντικές ποσότητες, άλλα μπορεί να απαιτούν χειρισμούς βάσει συγκεκριμένων απαιτήσεων, όπως συμπλήρωμα γλυκόζης για την αναπλήρωση των επιπέδων μυϊκού γλυκογόνου.

2.1 Υδατάνθρακες

Οι υδατάνθρακες έχουν συγκεντρώσει σημαντική προσοχή στον τομέα της αθλητικής διατροφής λόγω των μοναδικών χαρακτηριστικών τους και των επιπτώσεών τους στην απόδοση και την προσαρμογή στην προπόνηση. Αρχικά, είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η χωρητικότητα των αποθεμάτων υδατανθράκων του σώματος είναι κάπως περιορισμένη και μπορεί να μεταβάλλεται σημαντικά σε καθημερινή βάση μέσω της διατροφικής κατανάλωσης ή ακόμη και μιας μόνο σωματικής δραστηριότητας (Spriet 2014). Επιπλέον, οι υδατάνθρακες παίζουν καθοριστικό ρόλο στην παροχή βασικής ενέργειας για τον εγκέφαλο και το κεντρικό νευρικό σύστημα. Λειτουργούν επίσης ως ευέλικτη πηγή καυσίμου για μυϊκή δραστηριότητα, επιτρέποντας την άσκηση σε ένα ευρύ φάσμα εντάσεων. Αυτό είναι δυνατό επειδή οι υδατάνθρακες χρησιμοποιούνται τόσο από αναερόβια όσο και από οξειδωτικά μονοπάτια. Οι υδατάνθρακες έχουν περισσότερα πλεονεκτήματα από το λίπος ως πηγή ενέργειας όταν οι προπονήσεις χαρακτηρίζονται από υψηλές εντάσεις. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι οι υδατάνθρακες αποδίδουν μεγαλύτερη ποσότητα ATP ανά όγκο οξυγόνου που παρέχεται στα μιτοχόνδρια (Spriet 2014), με αποτέλεσμα τη βελτίωση της συνολικής απόδοσης της άσκησης (Cole et al 2014). Επιπλέον, υπάρχουν ουσιαστικά στοιχεία που δείχνουν ότι η αποτελεσματικότητα της μακροχρόνιας, έντονης άσκησης μπορεί να βελτιωθεί με τη χρήση μεθόδων που διασφαλίζουν επαρκή παροχή υδατανθράκων (όπως η αντιστοίχιση των αποθεμάτων

γλυκογόνου και της γλυκόζης του αίματος με τις ενεργειακές απαιτήσεις της άσκησης). Από την άλλη πλευρά υπάρχουν ευρήματα ότι η εξάντληση αυτών των αποθεμάτων ενέργειας συνδέεται με την κόπωση, με αποτέλεσμα μειωμένη ικανότητα εργασίας και μειωμένες γνωστικές ικανότητες. Αυτά τα ευρήματα υποστηρίζουν τη χρήση διαφορετικών μεθόδων διατροφής απόδοσης που περιλαμβάνουν την παροχή υδατανθράκων πριν, κατά τη διάρκεια και μετά τα γεγονότα για την αύξηση της διαθεσιμότητας υδατανθράκων.

Πρόσφατη έρευνα ανακάλυψε ότι το γλυκογόνο, εκτός από το ότι είναι μυϊκό υπόστρωμα, έχει επίσης σημαντικές άμεσες και έμμεσες επιδράσεις στη ρύθμιση της απόκρισης των μυών στην προπόνηση (Philp et al 2012). Η ποσότητα και η κατανομή του γλυκογόνου μέσα στα μυϊκά κύτταρα επηρεάζει τις φυσικές, μεταβολικές και ορμονικές συνθήκες στις οποίες εμφανίζονται οι σηματοδοτικές αποκρίσεις στην άσκηση. Πιο συγκεκριμένα, η έναρξη μιας περιόδου παρατεταμένης σωματικής δραστηριότητας με περιορισμένα επίπεδα μυϊκού γλυκογόνου (για παράδειγμα, με τη συμμετοχή σε μια δεύτερη προπόνηση λίγο αφότου η προηγούμενη έχει εξαντλήσει τα αποθέματα γλυκογόνου) πυροδοτεί μια συγχρονισμένη αύξηση στις μεταγραφικές και μεταμεταφραστικές αντιδράσεις στην άσκηση. Αρκετοί μηχανισμοί συμβάλλουν σε αυτό το αποτέλεσμα, όπως η ενίσχυση της δραστηριότητας των μορίων με μια περιοχή δέσμευσης γλυκογόνου, η αύξηση της διαθεσιμότητας ελεύθερων λιπαρών οξέων, η αλλαγή της ωσμωτικής πίεσης στο μυϊκό κύτταρο και η αύξηση των συγκεντρώσεων κατεχολαμινών (Philp et al 2012). Οι στρατηγικές που περιορίζουν την ποσότητα υδατανθράκων (όπως η άσκηση με άδειο στομάχι ή χωρίς κατανάλωση υδατανθράκων καθ' όλη τη διάρκεια της προπόνησης) διεγείρουν επίσης μια παρατεταμένη απόκριση σηματοδότησης, αν και όχι τόσο έντονα όσο όταν η άσκηση

γίνεται με χαμηλά επίπεδα υδατανθράκων που είναι αποθηκευμένα στο σώμα (Bartlett et al 2014). Αυτές οι στρατηγικές βελτιώνουν τα κυτταρικά αποτελέσματα της προπόνησης αντοχής, όπως υψηλότερα επίπεδα μιτοχονδριακών ενζύμων ή/και μιτοχονδριακού περιεχομένου, καθώς και αυξημένα ποσοστά οξείδωσης λιπιδίων. Αυτές οι βελτιώσεις είναι πιθανό να οφείλονται στην ενισχυμένη ενεργοποίηση σημαντικών κινασών σηματοδότησης κυττάρων (όπως AMPK και p38MAPK), μεταγραφικών παραγόντων (όπως p53 και PPARd) και μεταγραφικών συνενεργοποιητών (όπως PGC-1a) (Bartlett et al 2014). Η ενσωμάτωση μεθόδων προπόνησης-διατροφής, γνωστές ως «χαμηλή προπόνηση», στο περιοδικό πρόγραμμα προπόνησης αναγνωρίζεται πλέον ως ιδανική πτυχή της διαχείρισης της αθλητικής διατροφής (Stellingwerff 2013), αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθεί υπερβολικά (Bartlett et al 2014).

Κατά τον καθορισμό της ημερήσιας πρόσληψης υδατανθράκων για έναν αθλητή, είναι σημαντικό να λαμβάνεται υπόψη το πρόγραμμα προπόνησης και αγώνων, καθώς και η σημασία της κατανάλωσης τροφών με υψηλή ή χαμηλή περιεκτικότητα σε υδατάνθρακες. Αυτός ο καθορισμός θα πρέπει να βασίζεται στο εάν η προτεραιότητα είναι η βελτίωση της απόδοσης στην άσκηση ή η ενίσχυση του προπονητικού ερεθίσματος και της προσαρμογής. Δυστυχώς, έχουμε περιορισμένες γνώσεις σχετικά με τις ακριβείς θρεπτικές απαιτήσεις πολλών προπονήσεων που πραγματοποιούνται από αθλητές. Συνεπώς, πρέπει να βασιστούμε σε εικασίες, συμπληρωμένες με δεδομένα σχετικά με τις απαιτήσεις άσκησης που προέρχονται από τεχνολογίες όπως συσκευές παρακολούθησης δραστηριότητας και καρδιακών παλμών που βασίζονται στον αθλητή (Lee et al 2014), μετρητές ισχύος και συστήματα παγκόσμιας εντοπισμού θέσης.

Συγκεκριμένες συστάσεις για τη συνιστώμενη κατανάλωση υδατανθράκων για τη διασφάλιση της βέλτιστης διαθεσιμότητας υδατανθράκων κατά τη διάρκεια καθορισμένων συνεδριών προπόνησης ή αγώνων μπορούν να καθοριστούν με βάση το μέγεθος σώματος του αθλητή (ενδεικτικό της ικανότητας αποθήκευσης μυών) και τη φύση της προπόνησης. Η πρόσληψη υδατανθράκων μπορεί να προσαρμοστεί στρατηγικά κατά τη διάρκεια της ημέρας και σε σχέση με την άσκηση, είτε για να ενισχύσει είτε να μειώσει τη διαθεσιμότητα υδατανθράκων (Burke et al 2011).

Περαιτέρω επεξεργασία των τεχνικών για την αύξηση της προσβασιμότητας στους υδατάνθρακες παρέχεται σε σχέση με μεθόδους διατροφής. Ωστόσο, αυτές οι συμπεριφορές σίτισης είναι επίσης κρίσιμες για τη διευκόλυνση των ασκήσεων υψηλής έντασης στο περιοδικό πρόγραμμα προπόνησης. Επιπλέον, είναι προφανές ότι συμβάλλουν στην τελειοποίηση των προγραμματισμένων διατροφικών τακτικών και στη διευκόλυνση των προσαρμογών, όπως η βελτιωμένη γαστρεντερική ανοχή και η υψηλότερη εντερική απορρόφηση (Cox et al 2010). Αυτές οι προσαρμογές είναι ζωτικής σημασίας για τη διασφάλιση της επιτυχίας των στρατηγικών των προπονήσεων. Σε ορισμένες συνεδρίες του προπονητικού προγράμματος, μπορεί να είναι λιγότερο σημαντικό να έχετε υψηλό επίπεδο διαθεσιμότητας υδατανθράκων.

Εναλλακτικά, η ενεργή ενασχόληση με άσκηση με περιορισμένη διαθεσιμότητα υδατανθράκων θα μπορούσε να είναι ευεργετική προκειμένου να ενισχυθεί το ερέθισμα της προπόνησης ή η προσαρμοστική απόκριση. Υπάρχουν διαφορετικές στρατηγικές που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να επιτρέψουν ή να ενθαρρύνουν τη χαμηλή διαθεσιμότητα υδατανθράκων. Αυτά περιλαμβάνουν τη μείωση της συνολικής κατανάλωσης υδατανθράκων ή την προσαρμογή του χρόνου της προπόνησης σε σχέση με την πρόσληψη υδατανθράκων. Για παράδειγμα, προπόνηση

με άδειο στομάχι ή εκτέλεση δύο συνεχόμενων ασκήσεων χωρίς ανεφοδιασμό ενδιάμεσα (Burke 2010).

Η ανάλυση στοιχείων σχετικά με τις ανάγκες σε υδατάνθρακες κατά τις προπονήσεις, καταδεικνύει ότι το γλυκαιμικό φορτίο και ο γλυκαιμικός δείκτης γευμάτων πλούσιων σε υδατάνθρακες δεν έχουν αντίκτυπο στα μεταβολικά αποτελέσματα ή στην απόδοση της προπόνησης, εφόσον λαμβάνονται υπόψη οι υδατάνθρακες και το ενεργειακό περιεχόμενο της γενικότερης διαίτας. Επιπλέον, ενώ υπάρχει ισχυρή θεωρητική υποστήριξη για τα μεταβολικά οφέλη της άσκησης με περιορισμένη διαθεσιμότητα γλυκόζης όσον αφορά τις προσαρμογές της προπόνησης, ο αντίκτυπος στα αποτελέσματα απόδοσης παραμένει αβέβαιος. Αυτό μπορεί να αποδοθεί στους περιορισμούς του μικρού αριθμού μελετών που διεξήχθησαν. Ως εκ τούτου, απαιτείται μια πιο προηγμένη στρατηγική για να ενσωματωθεί αυτή η αλληλεπίδραση εκπαίδευσης/θρεπτικών συστατικών στο ευρύτερο πρόγραμμα προπόνησης (Bartlett et al 2014).

Συμπερασματικά, ενώ υπάρχει υποστήριξη για την κατανάλωση διαφόρων τύπων υδατανθράκων που βοηθούν στην ταχύτερη απορρόφηση, δεν υπάρχουν αρκετά δεδομένα που να δικαιολογούν τη χρήση συγκεκριμένων μιγμάτων υδατανθράκων για την ενίσχυση της οξείδωσης της γλυκόζης κατά τη διάρκεια των προπονήσεων αυτή τη στιγμή.

2.2 Πρωτεΐνες

Οι πρωτεΐνες και η άσκηση έχουν συνεργική δράση, λειτουργώντας ταυτόχρονα ως ερέθισμα και ως δομικό στοιχείο για την παραγωγή συστατικών και μεταβολικών πρωτεϊνών (Phillips, Van Loon 2011, Phillips 2012). Επιπλέον,

προάγουν δομικές βελτιώσεις σε μη μυϊκούς ιστούς, όπως τένοντες (Miller et al 2005) και οστά (Babraj et al 2002). Οι προσαρμογές πιστεύεται ότι συμβαίνουν μέσω της ενεργοποίησης της διαδικασίας πρωτεϊνοσύνθεσης ως απόκριση στην αύξηση των επιπέδων λευκίνης και την παροχή αμινοξέων για τη δημιουργία νέων πρωτεϊνών (Churchward-Venne et al 2012). Έρευνες σχετικά με τα αποτελέσματα της προπόνησης με αντίσταση υποδεικνύουν αύξηση της μυϊκής πρωτεϊνοσύνθεσης (MPS) που διαρκεί τουλάχιστον 24 ώρες μετά από μία μόνο συνεδρία άσκησης. Κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου, το σώμα ανταποκρίνεται περισσότερο στην κατανάλωση πρωτεΐνης (Burd et al 2011). Αυτό το φαινόμενο ενισχύει τη συσσώρευση πρωτεΐνης των σκελετικών μυών. Συγκρίσιμες αντιδράσεις προκύπτουν μετά την ενασχόληση με αερόβια άσκηση ή άλλες μορφές σωματικής δραστηριότητας, όπως διαλείπουσες δραστηριότητες σπριντ και ταυτόχρονη άσκηση, ωστόσο μπορεί να υπάρχουν διακυμάνσεις στις συγκεκριμένες πρωτεΐνες που παράγονται. Πρόσφατες συστάσεις έχουν τονίσει τη σημασία της κατανάλωσης πρωτεΐνης τη σωστή στιγμή για τους αθλητές, ανεξάρτητα από το αν η μυϊκή ανάπτυξη είναι ο κύριος στόχος τους. Υπάρχει πλέον μια ισχυρή αιτιολόγηση για την πρόταση ημερήσιας πρόσληψης πρωτεΐνης που υπερβαίνει τη Συνιστώμενη Διαιτητική Δόση (RDA) (Phillips, Van Loon 2011) προκειμένου να βελτιστοποιηθεί η ανταπόκριση του οργανισμού στην προπόνηση (Phillips 2012).

Ενώ οι κλασικές διαδικασίες ισορροπίας αζώτου είναι πολύτιμες για τον καθορισμό των απαιτήσεων πρωτεΐνης για την πρόληψη της ανεπάρκειας ενεργειακής ισορροπίας σε άτομα που κάνουν καθιστική ζωή, οι αθλητές έχουν διαφορετικές ανάγκες. Για τους αθλητές, η επίτευξη ισορροπίας αζώτου δεν είναι ο πρωταρχικός στόχος. Αντίθετα, η κύρια εστίασή τους είναι στην προσαρμογή στην προπόνηση και

στη βελτίωση της απόδοσης. Οι σύγχρονες προοπτικές για τον καθορισμό των κατευθυντήριων γραμμών για την κατανάλωση πρωτεϊνών για τους αθλητές υπερβαίνουν τις Διατροφικές Προσλήψεις Αναφοράς (DRIs). Η τρέχουσα έμφαση δίνεται στην αξιολόγηση των πλεονεκτημάτων της παροχής επαρκούς πρωτεΐνης στις πιο αποτελεσματικές περιόδους για την προώθηση της ανάπτυξης και επιδιόρθωσης των ιστών που υφίστανται γρήγορες αλλαγές και για την ενίσχυση των μεταβολικών προσαρμογών που προκαλούνται από την προπόνηση.

Οι μελέτες που θα ακολουθήσουν θα ενισχύσουν και θα βελτιώσουν τις προτάσεις για τη συνολική ημερήσια ποσότητα, τις τακτικές προγραμματισμού και την ποιότητα της κατανάλωσης πρωτεΐνης. Επιπλέον, θα θεσπιστούν νέες κατευθυντήριες γραμμές για συμπληρώματα πρωτεΐνης που παράγονται από διαφορετικές πηγές πρωτεΐνης.

2.2.1 Πρωτεϊνικές ανάγκες

Με βάση την τρέχουσα έρευνα, προτείνεται ότι η ποσότητα της διατροφικής πρωτεΐνης που απαιτείται για τη διατήρηση της μεταβολικής προσαρμοστικότητας, της επιδιόρθωσης, της αναδιαμόρφωσης και του κύκλου πρωτεϊνών εργασιών τυπικά κυμαίνεται από 1,2 έως 2,0 γραμμάρια ανά κιλό σωματικού βάρους την ημέρα. Η αυξημένη κατανάλωση μπορεί να είναι απαραίτητη για σύντομες διάρκειες κατά τη διάρκεια έντονης προπόνησης ή κατά τη μείωση της θερμιδικής πρόσληψης (Mettler et al 2010, Phillips, Van Loon 2011).

Για να επιτευχθούν οι στόχοι ημερήσιας πρόσληψης πρωτεΐνης, είναι σημαντικό να ακολουθείται ένα πρόγραμμα γευμάτων που περιλαμβάνει μια συνεπή κατανομή μέτριων ποσοτήτων πρωτεΐνης υψηλής ποιότητας κατά τη διάρκεια της

ημέρας, ιδιαίτερα μετά από έντονη άσκηση. Αυτές οι προτάσεις καλύπτουν την πλειοψηφία των προγραμμάτων προπόνησης και παρέχουν την ευκαιρία για προσαρμοστικές τροποποιήσεις μέσω περιοδικής εκπαίδευσης και εμπειρίας (Rosenbloom, Coleman 2012, Moore et al 2015). Ενώ δίνονται γενικά ημερήσια εύρη, δεν είναι πλέον σκόπιμο να ορίζονται τα άτομα μόνο ως αθλητές δύναμης ή αντοχής και να τους ορίζονται σταθερές απαιτήσεις ημερήσιας πρόσληψης πρωτεΐνης. Αντίθετα, θα πρέπει να διατυπωθούν οδηγίες με στόχο την επίτευξη της καλύτερης δυνατής προσαρμογής σε ατομικές προπονήσεις ή αγωνιστικές συνεδρίες μέσα σε ένα δομημένο πρόγραμμα, λαμβάνοντας υπόψη το ευρύτερο πλαίσιο των αθλητικών στόχων, των διατροφικών απαιτήσεων, των ενεργειακών ανησυχιών και των διατροφικών επιλογών. Οι απαιτήσεις μπορεί να ποικίλλουν ανάλογα με παράγοντες όπως το επίπεδο προπόνησης του ατόμου (π.χ., οι έμπειροι αθλητές μπορεί να χρειάζονται λιγότερες πρωτεΐνες), η ένταση και η συχνότητα των προπονήσεων, η εισαγωγή νέων μεθόδων προπόνησης που απαιτούν μεγαλύτερη πρόσληψη πρωτεϊνών, η διαθεσιμότητα υδατανθράκων και το πιο σημαντικό, η συνολική διαθεσιμότητα ενέργειας (Rosenbloom, Coleman 2012, Areta et al 2014). Είναι ζωτικής σημασίας να καταναλώνεται επαρκής ενέργεια, ειδικά από υδατάνθρακες, για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών του οργανισμού. Αυτό διασφαλίζει ότι τα αμινοξέα διατηρούνται για τη σύνθεση πρωτεϊνών αντί να οξειδώνονται (Rodriguez et al 2007). Κατά τη διάρκεια περιόδων μειωμένης θερμιδικής πρόσληψης ή ταχείας μείωσης της φυσικής δραστηριότητας λόγω τραυματισμού, μπορεί να είναι ωφέλιμο να καταναλώνονται υψηλά επίπεδα πρωτεΐνης έως και 2,0 g/kg/ημέρα ή περισσότερο (Mettler et al 2010, Wall et al 2015), διασκορπισμένα κατά τη διάρκεια της ημέρας, προκειμένου να αποφευχθεί η

απώλεια ελεύθερης από λίπος μάζα (Phillips, Van Loon 2011). Για πιο ολοκληρωμένες αξιολογήσεις, υπάρχουν έρευνες που παρέχουν σε βάθος αναλύσεις των παραγόντων που επηρεάζουν τις απαιτήσεις σε πρωτεΐνες, την επίδρασή τους στον μεταβολισμό των πρωτεϊνών και τη σύνδεσή τους με τους στόχους της σύστασης του σώματος (Phillips et al 2007, Tipton, Witard 2007).

2.2.2 Ο χρονισμός της πρωτεΐνης ως έναυσμα για μεταβολική προσαρμογή.

Έρευνες που διεξήχθησαν σε εργαστήρια έχουν δείξει ότι η μυϊκή πρωτεϊνοσύνθεση (MPS) ενισχύεται όταν τα άτομα καταναλώνουν πρωτεΐνη υψηλής ποιότητας που περιέχει 10 γραμμάρια βασικών αμινοξέων κατά τη φάση της πρώιμης αποκατάστασης (0 έως 2 ώρες μετά την άσκηση) (Phillips 2012, Beelen et al 2010).

Σε αυτή τη φάση, η προτεινόμενη κατανάλωση πρωτεΐνης για τους αθλητές συνήθως κυμαίνεται από 0,25 έως 0,3 γραμμάρια ανά κιλό σωματικού βάρους ή 15 έως 25 γραμμάρια πρωτεΐνης. Ωστόσο, είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι αυτές οι προτάσεις μπορεί να απαιτούν προσαρμογή για αθλητές που είναι σημαντικά λιποβαρείς ή υπέρβαροι (Moore et al 2009). Επί του παρόντος, δεν υπάρχουν στοιχεία που να υποστηρίζουν την ιδέα ότι η κατανάλωση περισσότερων από 40 γραμμαρίων πρωτεΐνης αυξάνει περισσότερο τη σύνθεση πρωτεϊνών των μυών (MPS). Αυτό μπορεί να είναι απαραίτητο μόνο για πολύ μεγάλους αθλητές ή κατά την απώλεια βάρους. Η επαγόμενη από την άσκηση αύξηση στη μυϊκή πρωτεϊνοσύνθεση (MPS), η οποία επηρεάζεται από τον χρόνο και το πρότυπο κατανάλωσης πρωτεΐνης, ενισχύεται από την πρόσθετη πρόσληψη πρωτεΐνης εντός 24 ωρών μετά την άσκηση (Areta et al 2013). Αυτό η ενισχυμένη MPS μπορεί τελικά να οδηγήσει σε μακροπρόθεσμη συσσώρευση μυϊκής πρωτεΐνης και βελτιώσεις στη μυϊκή

λειτουργία. Ο αντίκτυπος του χρονισμού της πρωτεΐνης στα ποσοστά σύνθεσης πρωτεϊνών των μυών (MPS) είναι καλά τεκμηριωμένος, αλλά ο βαθμός στον οποίο επηρεάζει τις αλλαγές στη μυϊκή ανάπτυξη και τη δύναμη με την πάροδο του χρόνου παραμένει αβέβαιος (Schoenfeld et al 2014). Ωστόσο, οι τρέχουσες μελέτες προπόνησης δείχνουν ότι οι πιο σημαντικές βελτιώσεις στη δύναμη και την ανάπτυξη των μυών συμβαίνουν όταν η πρωτεΐνη καταναλώνεται αμέσως μετά την άσκηση (Josse et al 2010).

Ενώ οι παραδοσιακές οδηγίες για την πρόσληψη πρωτεΐνης έδωσαν έμφαση στη συνολική ποσότητα πρωτεΐνης που καταναλώνεται κατά τη διάρκεια της ημέρας (μετρούμενη σε γραμμάρια ανά κιλό σωματικού βάρους), οι πιο πρόσφατες συστάσεις τονίζουν ότι η βέλτιστη προσαρμογή των μυών στην προπόνηση μπορεί να επιτευχθεί με την κατανάλωση 0,3 γραμμαρίων πρωτεΐνης ανά κιλό σωματικού βάρους μετά από σημαντική συνεδρία άσκησης και κάθε 3 έως 5 ώρες σε πολλαπλά γεύματα (Moore et al 2015, Moore et al 2009, Tipton et al 2007).

2.2.3 Βέλτιστες πρωτεϊνικές πηγές

Η κατανάλωση υψηλής ποιότητας πρωτεϊνών είναι ευεργετική για τη συντήρηση, την αποκατάσταση και τη δημιουργία πρωτεϊνών των σκελετικών μυών (Tipton et al 2007). Μακροχρόνιες μελέτες έχουν δείξει ότι η κατανάλωση πρωτεΐνης που προέρχεται από γάλα μετά από άσκηση με αντίσταση είναι αποτελεσματική στην ενίσχυση της μυϊκής δύναμης και στην παραγωγή ευεργετικών αλλαγών στη σύσταση του σώματος (Josse et al 2010, Hartman et al 2007, Josse, Atkinson 2011). Επιπλέον, έχουν τεκμηριωθεί περιπτώσεις αυξημένης μυϊκής πρωτεϊνοσύνθεσης (MPS) και συσσώρευσης πρωτεΐνης κατά την κατανάλωση πλήρους γάλακτος, άπαχου κρέατος

και συμπληρωμάτων διατροφής. Αυτά τα συμπληρώματα περιέχουν συχνά συγκεκριμένες πρωτεΐνες όπως ορός γάλακτος, καζεΐνη, σόγια και αυγό. Επί του παρόντος, οι πρωτεΐνες των γαλακτοκομικών έχουν αποδειχθεί καλύτερες από άλλες πρωτεΐνες που έχουν εξεταστεί. Αυτό οφείλεται κυρίως στην υψηλή περιεκτικότητά τους σε λευκίνη και στον τρόπο με τον οποίο τα αμινοξέα διακλαδισμένης αλυσίδας αφομοιώνονται και απορροφώνται στα υγρά γαλακτοκομικά τρόφιμα (Pennings et al 2011). Ωστόσο, απαιτείται πρόσθετη έρευνα για να αξιολογηθεί ο αντίκτυπος εναλλακτικών πηγών πρωτεΐνης υψηλής ποιότητας, όπως τα αυγά, το βόειο κρέας, το χοιρινό και η συμπυκνωμένη φυτική πρωτεΐνη, καθώς και τα μικτά γεύματα, στην ενεργοποίηση της ραπαμυκίνης (mTOR) και στη πρωτεϊνοσύνθεση (MPS) μετά από διαφορετικούς τύπους άσκησης. Εάν οι πηγές πρωτεΐνης δεν είναι εύκολα προσβάσιμες, μεταφερόμενα συμπληρώματα διατροφής με συστατικά υψηλής ποιότητας μπορούν να είναι ένα εφικτό υποκατάστατο για να βοηθήσουν τους αθλητές να εκπληρώσουν τις ανάγκες τους σε πρωτεΐνη. Κατά την αξιολόγηση των συμπληρωμάτων πρωτεΐνης, είναι σημαντικό να πραγματοποιηθεί μια ολοκληρωμένη αξιολόγηση των ακριβών διατροφικών στόχων του αθλητή. Οι προτάσεις που σχετίζονται με τα συμπληρώματα πρωτεΐνης θα πρέπει να είναι προσεκτικές και να στοχεύουν σε μεγάλο βαθμό στην ενίσχυση της ανάκτησης και της προσαρμογής στην άσκηση, ενώ ταυτόχρονα να δίνουν έμφαση στις μεθόδους για τη βελτίωση ή τη διατήρηση της συνολικής ποιότητας της διατροφής κάποιου.

2.3 Λίπη

Το διαιτητικό λίπος είναι ένα ουσιαστικό και ζωτικό μέρος ενός υγιεινού διατροφικού προγράμματος, καθώς παρέχει ενέργεια, κρίσιμα συστατικά για τις κυτταρικές μεμβράνες και βοηθά στην απορρόφηση βιταμινών που είναι διαλυτές σε

αυτό. Το Dietary Guidelines for American (US Department of Health and Human Services and US Department of Agriculture 2016) και το Eating Well with Canada's Food Guide (Health Canada 2015) συνέστησαν τον περιορισμό της αναλογίας της ενέργειας που προέρχεται από κορεσμένα λίπη σε λιγότερο από 10%. Υποστηρίζουν επίσης τη συμπερίληψη πηγών απαραίτητων λιπαρών οξέων για την επίτευξη των συνιστομένων διατροφικών επιπέδων. Οι αθλητές θα πρέπει να συμμορφώνονται με τις κατευθυντήριες γραμμές για τη δημόσια υγεία και να προσαρμόζουν την πρόσληψη λίπους με βάση το επίπεδο προπόνησής τους και τους στόχους της σύστασης του σώματος (Rosenbloom, Coleman 2012).

Τα ελεύθερα λιπαρά οξέα, τα ενδομυϊκά τριγλυκερίδια και ο λιπώδης ιστός χρησιμεύουν ως πηγή καυσίμου για τους μύες κατά τη διάρκεια της προπόνησης αντοχής λόγω της αφθονίας τους και της εύκολης προσβασιμότητάς τους. Οι προσαρμογές που προκαλούνται από την άσκηση από μόνες τους δεν φαίνεται να βελτιστοποιούν πλήρως τους ρυθμούς οξειδωσης. Ωστόσο, αυτές οι λειτουργίες μπορούν να βελτιωθούν περαιτέρω μέσω διατροφικών προσεγγίσεων, όπως η κατανάλωση λίπους πριν από την άσκηση και η μακροχρόνια δίαιτα πλούσια σε λιπαρά και χαμηλή σε υδατάνθρακες (Spriet 2014). Παρά το ιστορικό (Phinney et al 1983) και πρόσφατο (Volek et al 2014) ενδιαφέρον για τη χρόνια προσαρμογή σε δίαιτες υψηλής περιεκτικότητας σε λιπαρά και χαμηλής περιεκτικότητας σε υδατάνθρακες, τα τρέχοντα στοιχεία δείχνουν ότι οι αυξημένοι ρυθμοί οξειδωσης του λίπους μπορούν να εξισωθούν με την ικανότητα άσκησης και την απόδοση που επιτυγχάνεται με δίαιτες ή στρατηγικές που προάγουν υψηλή διαθεσιμότητα υδατανθράκων σε μέτριες εντάσεις (Phinney et al 1983). Ωστόσο, η απόδοση της άσκησης σε υψηλότερες εντάσεις επηρεάζεται αρνητικά (Phinney et al 1983,

Havemann et al 2006). Αυτό το φαινόμενο φαίνεται να προκύπτει λόγω της μείωσης της δραστηριότητας του μεταβολισμού των υδατανθράκων, ακόμη και παρουσία γλυκογόνου (Stellingwerff et al 2006). Απαιτείται πρόσθετη διερεύνηση λόγω των συνεχιζόμενων συζητήσεων (Volek et al 2014) και των ελλείψεων των παρόντων μελετών ότι δεν περιλαμβάνουν κατάλληλη δίαιτα ελέγχου που να περιλαμβάνει σύγχρονες περιοδικές διατροφικές μεθόδους (Burke 2015). Ενώ μπορεί να υπάρχουν ορισμένες καταστάσεις όπου οι δίαιτες με υψηλή περιεκτικότητα σε λιπαρά μπορούν να προσφέρουν κάποια πλεονεκτήματα ή τουλάχιστον να μην έχουν κανένα μειονέκτημα στην απόδοση. Γενικά, φαίνεται να μειώνουν αντί να βελτιώνουν τη μεταβολική ευελιξία περιορίζοντας τη διαθεσιμότητα υδατανθράκων και την ικανότητα αποτελεσματικής χρήσης υδατανθράκων ως πηγή ενέργειας κατά την άσκηση. Ως εκ τούτου, δε θα ήταν συνετό για τους αθλητές να θέσουν σε κίνδυνο την ικανότητά τους να συμμετέχουν σε κορυφαίες προπονήσεις ή έντονες ασκήσεις κατά τη διάρκεια των αγώνων, οι οποίες θα μπορούσαν τελικά να επηρεάσουν το αποτέλεσμα (Burke 2015).

Από την άλλη πλευρά, οι αθλητές μπορεί να επιλέξουν να περιορίσουν υπερβολικά την κατανάλωση λίπους για να μειώσουν το σωματικό τους βάρος ή να βελτιώσουν τη φυσική τους εμφάνιση. Οι αθλητές θα πρέπει να αποφεύγουν να καταναλώνουν λιγότερο από το 20% της ενεργειακής τους πρόσληψης από λίπος, καθώς αυτό μπορεί να οδηγήσει σε μείωση της διατροφικής ποικιλίας. Αυτός ο περιορισμός είναι πιθανό να οδηγήσει σε χαμηλότερη πρόσληψη διαφόρων θρεπτικών συστατικών, συμπεριλαμβανομένων των λιποδιαλυτών βιταμινών και των απαραίτητων λιπαρών οξέων, ιδιαίτερα των n-3 λιπαρών οξέων (Institute of Medicine, Food and Nutrition Board 2005). Εάν κάποιος επιλέξει να υιοθετήσει μια

άκαμπτη προσέγγιση για τον περιορισμό της κατανάλωσης λίπους, θα πρέπει να γίνεται μόνο σε ορισμένες περιπτώσεις, όπως πριν από ένα συμβάν ή κατά τη διάρκεια της φόρτωσης υδατανθράκων, όπου η εστίαση είναι στην ιεράρχηση των προτιμώμενων μακροθρεπτικών συστατικών ή της γαστρεντερικής λειτουργίας.

2.4 Αλκοόλ

Η υπερβολική πρόσληψη αλκοόλ είναι μια ανησυχητική τάση που παρατηρείται σε ορισμένους αθλητές, ιδιαίτερα σε αυτούς που ασχολούνται με ομαδικά αθλήματα (Barnes 2014). Ενώ το αλκοόλ μπορεί να αποτελεί συστατικό μιας καλά επιλεγμένης δίαιτας στο πλαίσιο των κοινωνικών επαφών, είναι σημαντικό να υπάρχει προσοχή σχετικά με την υπερβολική κατανάλωσή του. Η κατάχρηση του αλκοόλ μπορεί να εμποδίσει τους αθλητικούς στόχους με πολλούς τρόπους, συμπεριλαμβανομένου του αρνητικού αντίκτυπου της στην απόδοση της άσκησης και στην αποκατάσταση, καθώς και τις μακροπρόθεσμες επιπτώσεις της στην υγεία και τη σύσταση του σώματος (Lourenco et al 2012). Εκτός από το ότι περιέχει υψηλή ποσότητα θερμίδων (7 kcal/g), το αλκοόλ αναστέλλει τη διάσπαση των λιπών, προωθεί την υπερβολική κατανάλωση φαγητού και μπορεί να εμποδίσει την πρόοδο στην επίτευξη της επιθυμητής σύνθεσης σώματος. Η έρευνα σε αυτόν τον τομέα είναι γεμάτη με ζητήματα σχεδιασμού μελέτης που περιορίζουν την άμεση εφαρμογή στους αθλητές.

Τα υπάρχοντα δεδομένα προειδοποιούν κατά της κατανάλωσης σημαντικών ποσοτήτων αλκοόλ πριν από την άσκηση ή κατά τη διάρκεια της προπόνησης λόγω της άμεσης δυσμενούς επίδρασης του αλκοόλ στον μεταβολισμό, τη θερμορύθμιση και τις δεξιότητες/συγκέντρωση (Barnes 2014). Η επίδραση του αλκοόλ στη δύναμη

και την απόδοση μπορεί να διαρκέσει για αρκετές ώρες, ακόμη και μετά την εξαφάνιση των συμπτωμάτων της μέθης ή του hangover. Κατά τη φάση μετά την άσκηση, η κατανάλωση αλκοόλ μπορεί να εμποδίσει την αποκατάσταση με διάφορους τρόπους. Πρώτον, βλάπτει την αποθήκευση γλυκογόνου, η οποία είναι σημαντική για την αναπλήρωση των αποθεμάτων ενέργειας. Δεύτερον, επιβραδύνει τον ρυθμό με τον οποίο το σώμα επανυδατώνεται καταστέλλοντας την παραγωγή της αντιδιουρητικής ορμόνης. Τέλος, βλάπτει τη διαδικασία της πρωτεϊνοσύνθεσης των μυών, η οποία είναι απαραίτητη για την προσαρμογή και την αποκατάσταση. Σε ψυχρά κλίματα, η κατανάλωση αλκοόλ οδηγεί σε διαστολή των αιμοφόρων αγγείων στα άκρα, προκαλώντας διαταραχή στη ρύθμιση της κεντρικής θερμοκρασίας του σώματος (Graham 1981). Επιπλέον, το αλκοόλ είναι πιθανό να έχει άλλες επιπτώσεις στις σωματικές λειτουργίες, συμπεριλαμβανομένων διαταραχών στην ισορροπία οξέος και βάσης, καθώς και διαταραχών στις οδούς που περιλαμβάνουν κυτοκίνες και προσταγλανδίνες. Επιπλέον, η κατανάλωση αλκοόλ μπορεί να βλάψει το μεταβολισμό της γλυκόζης και την καρδιαγγειακή λειτουργία (Verster 2008). Η υπερβολική κατανάλωση οινοπνεύματος μπορεί να εμποδίσει την πρόοδο προς τους στόχους αποκατάστασης, αγνοώντας τα συνιστώμενα πρότυπα για την αποκατάσταση. Η υπερβολική κατανάλωση αλκοόλ συσχετίζεται με την ενασχόληση με δραστηριότητες υψηλού κινδύνου, οι οποίες μπορεί να οδηγήσουν σε ατυχήματα και αντικοινωνικές συμπεριφορές που είναι επιβλαβείς για τον αθλητή. Τελικά, οι αθλητές θα πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τόσο τους κανόνες δημόσιας υγείας όσο και τους κανονισμούς της ομάδας σχετικά με τη χρήση αλκοόλ. Συνιστάται έντονα να περιορίσουν ή να απέχουν από την κατανάλωση αλκοόλ μετά την άσκηση, καθώς αυτή η περίοδος είναι κρίσιμη για την ανάρρωση και την επούλωση τραυματισμών.

2.5 Μικροθρεπτικά

Η άσκηση επηρεάζει πολλές μεταβολικές οδούς που βασίζονται σε μικροθρεπτικά συστατικά και η προπόνηση μπορεί να οδηγήσει σε βιοχημικές αλλαγές των μυών που αυξάνουν τη ζήτηση για ορισμένα μικροθρεπτικά συστατικά. Οι αθλητές που επιδίδονται συστηματικά σε

- περιορισμό της ενέργειας,
- τεχνικές απώλειας βάρους,
- εξάλειψη ομάδων τροφίμων ή
- καταναλώνουν ανεπαρκείς δίαιτες

μπορεί να μην καταναλώνουν τα βέλτιστα επίπεδα μικροθρεπτικών συστατικών.

Ως εκ τούτου, μπορεί να ωφεληθούν από τη συμπλήρωση μικροθρεπτικών συστατικών (Farajian et al 2004). Αυτό το φαινόμενο παρατηρείται πιο συχνά στο πλαίσιο του ασβεστίου, της βιταμίνης D, του σιδήρου και ορισμένων αντιοξειδωτικών (Lukaski 2004, Volpe, Bland 2012, Woolf, Manore 2006). Τα συμπληρώματα ενός μόνο μικροθρεπτικού συστατικού είναι συχνά κατάλληλα μόνο για την αντιμετώπιση μιας ιατρικά διαγνωσμένης πάθησης, όπως τα συμπληρώματα σιδήρου για τη θεραπεία της σιδηροπενικής αναιμίας (IDA).

2.5.1 Σίδηρος

Η έλλειψη σιδήρου, είτε συνοδεύεται από αναιμία είτε όχι, μπορεί να εμποδίσει τη μυϊκή λειτουργία και να περιορίσει την ικανότητα εργασίας (Lukaski 2004, Haymes 2006), με αποτέλεσμα χειρότερη προσαρμογή στην προπόνηση και

μειωμένη αθλητική επίδοση. Ανεπαρκή επίπεδα σιδήρου συμβαίνουν συχνά λόγω της περιορισμένης πρόσληψης σιδήρου από διαιτητικές πηγές αίμης και της ανεπαρκούς κατανάλωσης ενέργειας (περίπου 6 mg σιδήρου καταναλώνονται ανά 1.000 kcal) (Beard, Tobin 2000). Οι περίοδοι επιταχυνόμενης ανάπτυξης, η προπόνηση σε υψηλά υψόμετρα, η απώλεια αίματος κατά την εμμηνόρροια, η αιμόλυση από το πόδι, η αιμοδοσία ή ο τραυματισμός μπορεί να έχουν επιζήμια επίδραση στα επίπεδα σιδήρου (Volpe, Bland 2012, Haymes 2006).

Οι εντατικά εκπαιδευμένοι αθλητές μπορεί να παρουσιάσουν αυξημένες απώλειες σιδήρου μέσω του ιδρώτα, των ούρων, των κοπράνων και της ενδαγγειακής αιμόλυσης.

Ανεξάρτητα από την αιτία, η εξασθενημένη κατάσταση σιδήρου μπορεί να έχει αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία, τη σωματική και πνευματική λειτουργία. Αυτό απαιτεί άμεση ιατρική παρέμβαση και παρακολούθηση (McClung et al 2009). Οι ανάγκες σε σίδηρο των αθλητών μπορεί να είναι αυξημένες έως και 70% της εκτιμώμενης μέσης απαίτησης (DellaValle 2013). Αθλητές που διατρέχουν τον υψηλότερο κίνδυνο, όπως δρομείς μεγάλων αποστάσεων, αθλητές που ακολουθούν χορτοφαγική διατροφή ή άτομα που δίνουν τακτικά αίμα, θα πρέπει να υποβάλλονται σε τακτικό έλεγχο και να προσπαθούν να καταναλώνουν περισσότερο σίδηρο από τη συνιστώμενη ημερήσια δόση (RDA) (δηλ. περισσότερα από 18 mg για τις γυναίκες και περισσότερα από 8 mg για τους άνδρες) (Haymes 2006, Cowell et al 2003).

Οι αθλητές που έχουν διαγνωστεί με σιδηροπενική αναιμία (IDA) θα πρέπει να υποβάλλονται σε τακτικό ιατρικό έλεγχο και να λαμβάνουν θεραπείες όπως η λήψη συμπληρωμάτων σιδήρου από το στόμα (Peeling et al 2008). Θα πρέπει επίσης

να κάνουν διατροφικές βελτιώσεις και να εξετάσουν το ενδεχόμενο μείωσης των δραστηριοτήτων που συμβάλλουν στην απώλεια σιδήρου, όπως η αιμοδοσία ή η άσκηση με βάρος που μπορεί να προκαλέσει αιμόλυση των ερυθροκυττάρων (Sim et al 2014). Τα συμπληρώματα σιδήρου δεν πρέπει να λαμβάνονται αμέσως μετά από έντονη δραστηριότητα λόγω της πιθανότητας αυξημένων επιπέδων εψιδίνης, που μπορεί να εμποδίσουν την απορρόφηση του σιδήρου (Peeling et al 2014). Η αναστροφή της σιδηροπενικής αναιμίας (IDA) μπορεί να διαρκέσει από 3 έως 6 μήνες. Ως εκ τούτου, είναι ωφέλιμο να ξεκινήσει η διατροφική παρέμβαση πριν από την ανάπτυξη της IDA (Lukaski 2004, Haymes 2006). Οι αθλητές που ανησυχούν για τα επίπεδα σιδήρου τους ή έχουν ανεπάρκεια σιδήρου χωρίς αναιμία (όπως χαμηλή φερριτίνη χωρίς IDA) θα πρέπει να δίνουν προτεραιότητα στην κατανάλωση τροφών που είναι πλούσιες σε εύκολα απορροφούμενο σίδηρο (όπως ο αιμικός σίδηρος και ο μη αιμικός σίδηρος με βιταμίνη C). Ενώ υπάρχουν ορισμένα στοιχεία που υποδηλώνουν ότι τα συμπληρώματα σιδήρου μπορούν να βελτιώσουν την απόδοση σε αθλητές με έλλειψη σιδήρου αλλά χωρίς αναιμία (Burden et al 2015), είναι σημαντικό να ενημερώνονται οι αθλητές ότι δεν συνιστάται η τακτική και χωρίς επίβλεψη λήψη συμπληρωμάτων. Τέτοια συμπληρώματα δεν θεωρείται ότι έχουν επιδράσεις ενίσχυσης της απόδοσης εκτός εάν υπάρχουν κλινικές ενδείξεις εξάντλησης σιδήρου και μπορεί να οδηγήσουν σε ανεπιθύμητη γαστρεντερική δυσφορία (Burden et al 2015).

Κατά την έναρξη της προπόνησής τους, ορισμένοι αθλητές μπορεί να αντιμετωπίσουν προσωρινή μείωση των επιπέδων αιμοσφαιρίνης που προκαλείται από αιμοαραίωση, η οποία αναφέρεται ως αραιωτική ή αθλητική αναιμία. Σε ορισμένες περιπτώσεις, αυτοί οι αθλητές μπορεί να μην παρουσιάσουν βελτίωση

ακόμη και με διατροφική παρέμβαση. Αυτές οι τροποποιήσεις φαίνεται να είναι μια πλεονεκτική προσαρμογή στην αερόβια προπόνηση και δεν έχουν αρνητικό αντίκτυπο στην επίδοση (Volpe, Bland 2012). Το κατάλληλο επίπεδο φερριτίνης ορού που υποδεικνύει μείωση/ανεπάρκεια σιδήρου είναι θέμα διαφωνίας, με προτεινόμενες τιμές που κυμαίνονται από λιγότερο από 10 έως λιγότερο από 35 ng/mL (Peeling et al 2008). Σε αυτή την περίπτωση είναι απαραίτητη μια ολοκληρωμένη κλινική αξιολόγηση, καθώς η φερριτίνη είναι μια πρωτεΐνη οξείας φάσης που αυξάνεται κατά τη διάρκεια της φλεγμονής. Ωστόσο, ακόμη και απουσία φλεγμονής, παραμένει το πιο αξιόπιστο πρώιμο σημάδι μειωμένων επιπέδων σιδήρου. Πρόσθετοι δείκτες των επιπέδων σιδήρου και άλλες πτυχές της επεξεργασίας του σιδήρου, όπως η λειτουργία της εψιδίνης, βρίσκονται επί του παρόντος υπό διερεύνηση (Peeling et al 2014).

2.5.2 Βιταμίνη D

Η βιταμίνη D καθορίζει την απορρόφηση και το μεταβολισμό του ασβεστίου και του φωσφόρου και είναι ζωτικής σημασίας για τη διατήρηση της βέλτιστης υγείας των οστών. Το επιστημονικό ενδιαφέρον αυξάνεται για τον βιομοριακό ρόλο της βιταμίνης D στους σκελετικούς μυς (Pojednic, Ceglia 2014), ιδιαίτερα στην ικανότητά της να μεσολαβεί στη μεταβολική δραστηριότητα των μυών (Sinha et al 2013). Αυτή η έρευνα έχει πιθανές επιπτώσεις για τη βελτίωση της αθλητικής απόδοσης. Πολλαπλές μελέτες έχουν δείξει συσχέτιση μεταξύ των επιπέδων της βιταμίνης D και των διαφόρων οφελών για την υγεία, όπως πρόληψη τραυματισμών (Ruohola et al 2006), αποκατάσταση (Larson-Meyer, Willis 2010), βελτιωμένη νευρομυϊκή λειτουργία (Cannell et al 2009), αυξημένο μέγεθος μυϊκών ινών τύπου II (Cannell et al 2009), μειωμένη φλεγμονή (Larson-Meyer, Willis 2010), μειωμένος

κίνδυνος κατάγματος από στρες (Ruohola et al 2006, Halliday et al 2011) και χαμηλότερη συχνότητα εμφάνισης οξειών αναπνευστικών παθήσεων (Halliday et al 2011).

Οι αθλητές που ζουν πάνω από τον 35ο παράλληλο ή όσοι ασχολούνται κυρίως με προπόνηση σε εσωτερικούς χώρους και αγώνες είναι πιο πιθανό να έχουν ανεπαρκή επίπεδα βιταμίνης D (25(OH) D¹/420 έως 30 ng/mL [50 έως 75 nmol/L]) και ανεπάρκεια βιταμίνης D (25(OH) D <20 ng/mL [<50 nmol/L]). Πρόσθετοι παράγοντες και συμπεριφορές τρόπου ζωής, όπως η σκουρόχρωμη επιδερμίδα, το υψηλό ποσοστό σωματικού λίπους, η άσκηση νωρίς το πρωί και το βράδυ όταν υπάρχει λιγότερη υπεριώδης ακτινοβολία B (UVB) και η ενεργή προστασία από την έκθεση σε UVB μέσω ρούχων, εξοπλισμού και οι λοσιόν, μπορούν να αυξήσουν την πιθανότητα ανεπαρκών επιπέδων της βιταμίνης D (Larson-Meyer, Willis 2010). Λόγω του γεγονότος ότι οι αθλητές έχουν συνήθως χαμηλή πρόσληψη βιταμίνης D από τη διατροφή τους (Larson-Meyer, Willis 2010) και οι διατροφικές παρεμβάσεις από μόνες τους δεν έχουν αποδειχθεί αξιόπιστη λύση για την επίλυση της ανεπάρκειας βιταμίνης D (Lagowska et al 2014), μπορεί να είναι απαραίτητο να λάβουν συμπληρώματα με βιταμίνη D πάνω από συνιστώμενη ημερήσια δόση (RDA) ή/και να εκτεθούν υπεύθυνα σε ακτίνες UVB προκειμένου να διατηρήσουν επαρκή επίπεδα βιταμίνης D. Μια πρόσφατη μελέτη που διεξήχθη σε κολυμβητές και δύτες της Κατηγορίας 1 από την Εθνική Συλλογική Αθλητική Ένωση αποκάλυψε ότι αθλητές που ξεκίνησαν με επίπεδο βιταμίνης D 52 ng/mL (130 nmol/L) και τους χορηγήθηκαν ημερήσιες δόσεις των 4.000 IU (100 mg) ήταν σε θέση να διατηρήσει επαρκή επίπεδα βιταμίνης D σε διάστημα 6 μηνών. Κατά μέσο όρο, τα επίπεδα βιταμίνης D τους αυξήθηκαν κατά 1 ng/mL (2,5 nmol/L). Αντίθετα, οι αθλητές που

έλαβαν εικονικό φάρμακο παρουσίασαν μέση μείωση κατά 20 ng/mL (50 nmol/L) στα επίπεδα βιταμίνης D τους (Lewis et al 2013). Δυστυχώς, η διαδικασία δημιουργίας της απαραίτητης ποσότητας βιταμίνης D για καλή υγεία και απόδοση είναι περίπλοκη. Η βέλτιστη προσαρμογή που προκαλείται από την προπόνηση επιτυγχάνεται όταν τα επίπεδα βιταμίνης D στο αίμα κυμαίνονται από 32 ng/mL (80 nmol/L) έως 40 ng/mL (100 nmol/L) (Larson-Meyer, Willis 2010) και μπορούν να ανέλθουν έως και 50 ng/mL (125 nmol/L) (Cannell et al 2009). Αυτά τα εύρη θεωρούνται συνετοί στόχοι.

Αν και είναι σημαντικό να διαγνωστούν και να αντιμετωπιστούν οι ελλείψεις για την ευημερία και την επιτυχία των αθλητών, τα σημερινά δεδομένα δεν παρέχουν στοιχεία ότι η βιταμίνη D μπορεί να βελτιώσει τις αθλητικές επιδόσεις. Απαιτούνται πρόσθετα εμπειρικά στοιχεία για την αποσαφήνιση της ειδικής επίδρασης της βιταμίνης D στη μυοσκελετική υγεία και λειτουργία, με στόχο τη βελτίωση των συστάσεων για τους αθλητές. Πριν από αυτό το διάστημα, αθλητές που έχουν προηγουμένως βιώσει κατάγματα από στρες, τραυματισμούς οστών ή αρθρώσεων, συμπτώματα υπερβολικής προπόνησης, μυϊκή δυσφορία ή αδυναμία και τρόπο ζωής με περιορισμένη έκθεση στις ακτίνες UVB μπορεί να χρειαστεί να υποβληθούν σε αξιολόγηση (Moran et al 2013) για να διαπιστωθεί εάν ένα εξατομικευμένο σχέδιο λήψης συμπληρωμάτων βιταμίνης D είναι απαραίτητο.

2.5.3 Ασβέστιο

Το ασβέστιο παίζει καθοριστικό ρόλο στην ανάπτυξη, τη συντήρηση και την επιδιόρθωση της δομής των οστών. Είναι επίσης απαραίτητο για τη ρύθμιση της μυϊκής συστολής, της αγωγιμότητας των νεύρων και της κατάλληλης πήξης του

αίματος. Η κακή ενεργειακή διαθεσιμότητα και η εμμηνορροϊκή δυσλειτουργία στις αθλήτριες ενισχύουν τον κίνδυνο κακής οστικής πυκνότητας και καταγμάτων λόγω στρες. Επιπλέον, η ανεπαρκής διατροφική πρόσληψη ασβεστίου συμβάλλει περαιτέρω σε αυτόν τον κίνδυνο (Lukaski 2004, Nickols-Richardson et al 2006, Nattiv et al 2007). Η ανεπαρκής κατανάλωση ασβεστίου συνδέεται με περιορισμένη πρόσληψη ενέργειας, διατροφικές διαταραχές ή/και σκόπιμη αποφυγή γαλακτοκομικών προϊόντων ή άλλων τροφών με υψηλή περιεκτικότητα σε ασβέστιο.

Η απόφαση για την παροχή συμπληρωμάτων ασβεστίου θα πρέπει να λαμβάνεται μετά από μια ολοκληρωμένη αξιολόγηση της τυπικής κατανάλωσης της τροφής του ατόμου. Οι αθλητές με περιορισμένη διαθεσιμότητα ενέργειας ή με διαταραχές της εμμήνου ρύσεως απαιτούν πρόσληψη ασβεστίου 1.500 mg/ημέρα και πρόσληψη βιταμίνης D από 1.500 έως 2.000 IU/ημέρα προκειμένου να μεγιστοποιήσουν την υγεία των οστών (Mountjoy et al 2014).

2.5.4 Αντιοξειδωτικά

Οι αντιοξειδωτικές ουσίες έχουν κρίσιμες λειτουργίες για την προστασία των κυτταρικών μεμβρανών από την οξειδωτική βλάβη. Λόγω του γεγονότος ότι η άσκηση μπορεί να αυξήσει σημαντικά την κατανάλωση οξυγόνου κατά 10 έως 15 φορές, έχει προταθεί ότι η μακροχρόνια προπόνηση επιβάλλει ένα σταθερό οξειδωτικό φορτίο στα κύτταρα (Pternelj, Coombes 2011). Η οξεία άσκηση αναγνωρίζεται για την ικανότητά της να αυξάνει τα επίπεδα των υποπροϊόντων του υπεροξειδίου των λιπιδίων (Pternelj, Coombes 2011), ενώ ταυτόχρονα οδηγεί σε συνολική αύξηση της λειτουργίας του φυσικού αντιοξειδωτικού συστήματος του σώματος και μείωση της υπεροξειδωσίας των λιπιδίων (Watson et al 2005). Κατά

συνέπεια, ένας αθλητής που έχει υποβληθεί σε εκτεταμένη προπόνηση μπορεί να διαθέτει ένα πιο προηγμένο εσωτερικό αντιοξειδωτικό σύστημα σε σύγκριση με κάποιον που είναι λιγότερο σωματικά δραστήριος. Ως αποτέλεσμα, ο αθλητής μπορεί να μην έχει κανένα πλεονέκτημα από τη λήψη αντιοξειδωτικών συμπληρωμάτων, ιδιαίτερα εάν ήδη καταναλώνει μια δίαιτα πλούσια σε τρόφιμα που είναι πλούσια σε αντιοξειδωτικά. Υπάρχουν περιορισμένα στοιχεία που υποστηρίζουν την ιδέα ότι τα αντιοξειδωτικά συμπληρώματα βελτιώνουν την αθλητική απόδοση (Peternelj, Coombes 2011). Ωστόσο, η ερμηνεία των διαθέσιμων δεδομένων περιπλέκεται από διάφορους παράγοντες, όπως ασυνέπειες στον σχεδιασμό των μελετών (συμπεριλαμβανομένων των διαφορών στα χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων, στις μεθόδους εκπαίδευσης και στους τύπους και τις ποσότητες των αντιοξειδωτικών συμπληρωμάτων που χρησιμοποιούνται), καθώς και από την έλλειψη σχεδίων crossover. Επιπλέον, υπάρχουν δεδομένα που υποδηλώνουν ότι η χρήση αντιοξειδωτικών συμπληρωμάτων μπορεί να έχει επίσημη επίδραση στις προσαρμογές της προπόνησης (Draeger et al 2014).

Για να διασφαλιστεί η βέλτιστη ασφάλεια και αποτελεσματικότητα, συνιστάται να ακολουθείται ένα καλά επιλεγμένο διατροφικό πρόγραμμα που περιλαμβάνει τροφές άφθονες σε μικροθρεπτικά αντιοξειδωτικά. Η σημασία των ενεργών ειδών οξυγόνου για την προώθηση της αποτελεσματικής προσαρμογής στην προπόνηση απαιτεί πρόσθετη διερεύνηση, ωστόσο, τα υπάρχοντα στοιχεία δεν υποστηρίζουν τη χρήση αντιοξειδωτικών συμπληρωμάτων ως μεθόδου για τον μετριασμό του οξειδωτικού στρες που προκαλείται από την άσκηση. Οι αθλητές θα πρέπει να προειδοποιούνται να μην ξεπεράσουν τα επίπεδα Ανεκτής Ανώτερης Πρόσληψης εάν θέλουν να χρησιμοποιούν συμπληρώματα, καθώς υψηλότερες δόσεις

μπορεί να έχουν προοξειδωτικές επιδράσεις (Peternej, Coombes 2011). Οι αθλητές που περιορίζουν την πρόσληψη θερμίδων, υιοθετούν μια χρόνια δίαιτα χαμηλής περιεκτικότητας σε λιπαρά ή περιορίζουν τη διατροφική τους κατανάλωση φρούτων, λαχανικών και δημητριακών ολικής αλέσεως διατρέχουν τον μεγαλύτερο κίνδυνο για ανεπαρκή πρόσληψη αντιοξειδωτικών (Rosenbloom, Coleman 2012).

Για να συνοψίσουμε τις πληροφορίες για τα μικροθρεπτικά συστατικά, είναι σημαντικό οι αθλητές να εκπαιδευτούν στο ότι η λήψη συμπληρωμάτων βιταμινών και ανόργανων συστατικών δεν βελτιώνει την απόδοση εκτός εάν υπάρχει προϋπάρχουσα ανεπάρκεια που πρέπει να διορθωθεί (Lukaski 2004, Volpe, Bland 2012). Αξίζει να σημειωθεί ότι η βιβλιογραφία που υποστηρίζει τη χρήση συμπληρωμάτων μικροθρεπτικών συστατικών χαρακτηρίζεται συχνά από διφορούμενα αποτελέσματα και ανεπαρκή στοιχεία. Ωστόσο, πολλοί αθλητές καταναλώνουν άσκοπα συμπληρώματα μικροθρεπτικών συστατικών ακόμα και όταν η διατροφική τους κατανάλωση ικανοποιεί επαρκώς τις ανάγκες τους σε μικροθρεπτικά συστατικά. Αντί να επιχειρούν να διαγνώσουν τη δική τους ανάγκη για συμπλήρωμα μικροθρεπτικών συστατικών, οι αθλητές θα πρέπει να συμβουλευτούν έναν επαγγελματία υγείας για να ελέγξουν την κατάστασή τους στα μικροθρεπτικά συστατικά τους ως μέρος μιας ολοκληρωμένης αξιολόγησης των διατροφικών τους συνηθειών. Οι αθλητικοί διαιτολόγοι μπορούν να παρέχουν διάφορες μεθόδους για την αξιολόγηση των επιπέδων μικροθρεπτικών συστατικών συγκεντρώνοντας ένα λεπτομερές αρχείο κατανάλωσης θρεπτικών συστατικών και σημειώνοντας τυχόν ενδείξεις ή συμπτώματα που σχετίζονται με ανεπάρκεια μικροθρεπτικών συστατικών.

Οι αθλητικοί διαιτολόγοι μπορούν να βοηθήσουν τους αθλητές να αποφύγουν τις ανεπάρκειες μικροθρεπτικών συστατικών και να αποκομίσουν τα πλεονεκτήματα των διαφόρων διατροφικών προσεγγίσεων που βελτιώνουν την απόδοση, υποστηρίζοντας μια καλά ισορροπημένη διατροφή που δίνει έμφαση στην ποικιλομορφία των τροφίμων. Οι κατευθυντήριες γραμμές για τη δημόσια υγεία, όπως οι Διατροφικές Προσλήψεις Αναφοράς (DRIs), προσφέρουν συστάσεις σχετικά με την πρόσληψη μικροθρεπτικών συστατικών για αθλητικούς διαιτολόγους. Αυτές οι οδηγίες βοηθούν τους αθλητές στην πρόληψη τόσο των διατροφικών ελλείψεων όσο και των πιθανών κινδύνων που συνδέονται με την υπερβολική πρόσληψη. Είναι σημαντικό να αξιολογείται η κατανάλωση μικροθρεπτικών συστατικών τόσο από φυσικές πηγές τροφίμων όσο και από εμπλουτισμένα τρόφιμα, εκτός από την αξιολόγηση της πρόσληψης μικροθρεπτικών συστατικών από τυχόν πρόσθετα συμπληρώματα διατροφής.

3 Στρατηγικές βελτιστοποίησης της απόδοσης και της αποθεραπείας

3.1 Διατροφή πριν, κατά τη διάρκεια και μετά τις προπονήσεις

Οι στρατηγικές που εφαρμόζονται πριν, κατά τη διάρκεια και μετά την άσκηση πρέπει να στοχεύουν σε διάφορα σημεία. Αρχικά, είναι επιτακτική ανάγκη να ενισχυθεί ή να ενθαρρυνθεί το υψηλότερο επίπεδο απόδοσης αντιμετωπίζοντας πολλαπλά στοιχεία που σχετίζονται με τη διατροφή που μπορεί να οδηγήσουν σε εξάντληση και μείωση των αποτελεσμάτων απόδοσης (όπως δύναμη, ευκινησία, ικανότητα και εστίαση) κατά τη διάρκεια ή προς το τέλος της αθλητικής εκδήλωσης. Τα στοιχεία που σχετίζονται με αφυδάτωση, ανισορροπίες ηλεκτρολυτών, μείωση γλυκογόνου, υπογλυκαιμία, γαστρεντερική δυσφορία/διαταραχή και αλλαγές στην οξεοβασική ισορροπία είναι μεταξύ των αιτιών προβλημάτων. Η κατανάλωση υγρών ή συμπληρωμάτων πριν, κατά τη διάρκεια ή μετά τις συνεδρίες μπορεί να μετριάσει ή να αναβάλει την εμφάνιση αυτών των προβλημάτων.

Οι στρατηγικές περιλαμβάνουν την ενίσχυση ή την αντικατάσταση των βασικών καυσίμων της προπόνησης και την παροχή υποστρωμάτων για την αποκατάσταση του σώματος στην ομοιόσταση ή την προώθηση της περαιτέρω προσαρμογής στο στρες που βιώθηκε σε μια προηγούμενη προπόνηση. Η διατροφή πριν από τον αγώνα μπορεί να είναι απαραίτητη για την εξουδετέρωση των αρνητικών επιπτώσεων ορισμένων δραστηριοτήτων που εκτελούνται από αθλητές κατά την προετοιμασία του αγώνα, όπως η αφυδάτωση ή η περιοριστική διατροφή για την κάλυψη των απαιτήσεων βάρους σε αθλήματα κατηγορίας βάρους.

Ένας άλλος στόχος είναι να επιτευχθεί η βέλτιστη γαστρεντερική ευεξία κατά τη διάρκεια της άσκησης, αποτρέποντας την αίσθηση πείνας ή ανησυχίας καθώς και πεπτικές διαταραχές. Αυτά θα μπορούσαν ενδεχομένως να μειώσουν την ευχαρίστηση και την αποτελεσματικότητα της σωματικής δραστηριότητας και να διαταράξουν την παροχή των απαραίτητων θρεπτικών συστατικών. Ο απώτερος στόχος είναι η διατήρηση της διατροφικής βοήθειας με σκοπό την προαγωγή της υγείας και τη διευκόλυνση της περαιτέρω προσαρμογής στη σωματική δραστηριότητα, ειδικά στο πλαίσιο παρατεταμένων ανταγωνιστικών εκδηλώσεων, όπως τουρνουά και αγώνες.

Οι διατροφικές απαιτήσεις και οι αποτελεσματικές μέθοδοι για την εκπλήρωσή τους πριν, κατά τη διάρκεια και μετά τη σωματική δραστηριότητα επηρεάζονται από διάφορους παράγοντες, όπως ο τύπος, η ένταση και η διάρκεια της άσκησης, οι συνθήκες περιβάλλοντος, ο αντίκτυπος της προηγούμενης άσκησης, η όρεξη, και ατομικές αντιδράσεις και προτιμήσεις.

Σε αγωνιστικά σενάρια, οι πιθανότητες για πρόσληψη τροφής μπορεί να ρυθμίζονται από τους κανονισμούς της διοργάνωσης και τη διαθεσιμότητα διατροφικής υποστήριξης. Αυτός είναι ένας τομέας όπου η τεχνογνωσία ενός αθλητικού διαιτολόγου, με τις γνώσεις τροφίμων, τη δημιουργικότητα και τις πρακτικές του εμπειρίες, μπορεί να συμβάλει σημαντικά στο διατροφικό πρόγραμμα ενός αθλητή. Τα αθλητικά γεύματα και τα συμπληρώματα μπορεί να είναι πολύ ωφέλιμα, καθώς τα προσεκτικά σχεδιασμένα προϊόντα μπορούν να προσφέρουν έναν πρακτικό τρόπο για την κάλυψη συγκεκριμένων διατροφικών απαιτήσεων.

3.2 Ισορροπία υγρών και ηλεκτρολυτών

Η σωστή ενυδάτωση είναι απαραίτητη για τη διατήρηση της βέλτιστης υγείας και την επίτευξη της μέγιστης απόδοσης κατά τη διάρκεια της άσκησης. Οι αθλητές πρέπει να αναπληρώνουν το νερό που χάνουν μέσω της αναπνοής, των γαστρεντερικών διεργασιών, των νεφρικών λειτουργιών και της εφίδρωσης. Η εφίδρωση βοηθά στη διασπορά της θερμότητας που παράγεται ως αποτέλεσμα της μυϊκής δραστηριότητας, αν και μερικές φορές επιδεινώνεται από περιβαλλοντικούς παράγοντες. Κατά συνέπεια, η εφίδρωση βοηθά στη ρύθμιση της θερμοκρασίας του σώματος ώστε να παραμείνει εντός των φυσιολογικών ορίων (American College of Sports Medicine et al 2007). Η αφυδάτωση είναι η πράξη της απώλειας νερού και υγρών από το σώμα, με αποτέλεσμα τη διαταραχή των λειτουργιών του οργανισμού.

Η μεταβολική θερμότητα που παράγεται από τις συσπάσεις των μυών κατά τη διάρκεια της άσκησης μπορεί να προκαλέσει μείωση του όγκου πλάσματος/αίματος, γνωστή ως υποογκαιμία. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε καρδιαγγειακή καταπόνηση, αυξημένη χρήση γλυκογόνου, αλλαγές στη λειτουργία του μεταβολισμού και του κεντρικού νευρικού συστήματος και υψηλότερη αύξηση της θερμοκρασίας του σώματος (American College of Sports Medicine et al 2007, Shirreffs, Sawka 2011, Kenefick, Cheuvront 2012). Ενώ είναι δυνατό ένα άτομο να είναι υπουδατωμένο χωρίς να είναι υπερθερμικό (με θερμοκρασία σώματος πάνω από 40°C [104°F]). Σε ορισμένες περιπτώσεις, το πρόσθετο θερμικό στρες που προκαλείται από την ενυδάτωση μπορεί να αυξήσει την πιθανότητα να επέλθει μια απειλητική για τη ζωή θερμοκρασία γνωστή ως θερμοπληξία. Από την άλλη, ο ιδρώτας δεν περιέχει μόνο νερό, αλλά και σημαντικά και κυμαινόμενα επίπεδα νατρίου, καθώς και μικρότερες

ποσότητες καλίου, ασβεστίου και μαγνησίου (American College of Sports Medicine et al 2007).

Προκειμένου να διατηρήσουν ένα σταθερό εσωτερικό περιβάλλον, να εξασφαλίσουν αποτελεσματικές σωματικές διαδικασίες, να βελτιώσουν την απόδοση και να προάγουν την αίσθηση της ευεξίας, οι αθλητές θα πρέπει να στοχεύουν στη χρήση μέτρων διαχείρισης υγρών που προάγουν την επαρκή ενυδάτωση πριν, κατά τη διάρκεια και μετά την άσκηση. Η σημασία αυτού του στόχου ποικίλλει ανάλογα με τον αθλητή, το είδος της δραστηριότητας και το περιβάλλον.

Η αφυδάτωση μπορεί να έχει ποικίλες επιπτώσεις στα άτομα, με κάθε άτομο να ανταποκρίνεται διαφορετικά. Ωστόσο, όταν τα ελλείμματα υγρών υπερβαίνουν το 2% του σωματικού βάρους, μπορεί να επηρεαστεί αρνητικά η γνωστική λειτουργία και η απόδοση της αερόβιας δραστηριότητας, ειδικά σε θερμές συνθήκες (American College of Sports Medicine et al 2007, Shirreffs, Sawka 2011, Goulet 2012, Jeukendrup et al 2015). Μειώσεις στην απόδοση αναερόβιων ή υψηλής έντασης δραστηριοτήτων, ειδικών τεχνικών ικανοτήτων για αθλήματα και αερόβιες δραστηριότητες παρατηρούνται συχνότερα όταν χάνεται 3% έως 5% του σωματικού βάρους ως αποτέλεσμα αφυδάτωσης (American College of Sports Medicine et al 2007, Shirreffs, Sawka 2011). Η σοβαρή αφυδάτωση, με ελλείμματα νερού που κυμαίνονται από 6% έως 10% του σωματικού βάρους, έχει σημαντικές επιπτώσεις στην ανοχή στην άσκηση. Οδηγεί σε μείωση της καρδιακής παροχής, της παραγωγής εφίδρωσης και της παροχής αίματος στο δέρμα και τους μύες (American College of Sports Medicine et al; 2007).

Εάν ένας αθλητής βρίσκεται σε κατάσταση ενεργειακής ισορροπίας, το ημερήσιο επίπεδο ενυδάτωσης μπορεί να εκτιμηθεί παρακολουθώντας το σωματικό βάρος (μετρούμενο το πρωί μετά το ξύπνημα και τη χρήση του μπάνιου), καθώς οι απότομες διακυμάνσεις στο σωματικό βάρος συνήθως υποδηλώνουν αλλαγές στην ποσότητα του νερού στο σώμα. Το ειδικό βάρος των ούρων και η ωσμωτικότητα των ούρων μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εκτίμηση της κατάστασης ενυδάτωσης αξιολογώντας τη συγκέντρωση των διαλυμένων ουσιών στα ούρα. Ένα ειδικό βάρος των ούρων $<1,020$, που δυνητικά κυμαίνεται έως και $<1,025$ για να καλύψει μεμονωμένες διαφορές, είναι τυπικά σημάδι φυσιολογικής ενυδάτωσης όταν μετράται χρησιμοποιώντας ένα δείγμα μεσαίας ροής των πρώτων πρωινών ούρων (Kenefick, Cheuvront 2012). Η ωσμωτικότητα των ούρων υποδηλώνει μια κατάσταση μειωμένης ενυδάτωσης όταν υπερβαίνει τα 900 mOsmol/kg , ενώ ένα επίπεδο κάτω από 700 mOsmol/kg θεωρείται ενδεικτικό της φυσιολογικής ενυδάτωσης (American College of Sports Medicine et al 2007, Kenefick, Cheuvront 2012).

3.2.1 Πριν την προπόνηση

Ορισμένοι αθλητές ξεκινούν τη ρουτίνα της προπόνησής τους ενώ βρίσκονται σε κατάσταση αφυδάτωσης, η οποία μπορεί να έχει αρνητικό αντίκτυπο στα αθλητικά τους επιτεύγματα (Shirreffs, Sawka 2011, Garth, Burke 2013). Η σκόπιμη αφυδάτωση προκειμένου να επιτευχθεί ένα συγκεκριμένο βάρος μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική απώλεια υγρών, η αναπλήρωση των οποίων μπορεί να είναι δύσκολη πριν από την έναρξη του αγώνα. Ομοίως, οι αθλητές μπορεί να βιώσουν μια κατάσταση μειωμένης ενυδάτωσης στην αρχή της άσκησής τους ως αποτέλεσμα πρόσφατων και εκτεταμένων προπονήσεων σε ζεστές συνθήκες ή λόγω της συμμετοχής σε πολλούς

αγώνες μέσα σε μια μέρα (American College of Sports Medicine et al 2007, Shirreffs, Sawka 2011, Goulet 2012, Garth, Burke 2013).

Οι αθλητές μπορούν να λάβουν ενυδάτωση πριν από την άσκηση λαμβάνοντας όγκο υγρού ίσο με 5 έως 10 mL ανά κιλό σωματικού βάρους (ή 2 έως 4 mL ανά κιλό) μεταξύ 2 έως 4 ωρών πριν από την άσκηση. Αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα ωχρά κίτρινα ούρα, υποδεικνύοντας σωστή ενυδάτωση, ενώ θα δίνει επίσης αρκετό χρόνο για να αποβληθεί τυχόν επιπλέον υγρό. Η πρόσληψη νατρίου μέσω υγρών πριν την άσκηση και η κατανάλωση σνακ μπορεί να βοηθήσει στην κατακράτηση υγρών. Ενώ ορισμένοι αθλητές μπορεί να προσπαθήσουν να αυξήσουν την πρόσληψη υγρών πριν από την άσκηση σε συνθήκες ζέστης, όπου η υπερβολική εφίδρωση ή η περιορισμένη κατανάλωση υγρών μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική ανισορροπία υγρών, ο Παγκόσμιος Οργανισμός κατά του Ντόπινγκ (www.wada-ama.org) έχει πλέον απαγορεύσει το χρήση γλυκερίνης και άλλων ουσιών που διευρύνουν τον όγκο του πλάσματος για το σκοπό αυτό.

3.2.2 Κατά τη διάρκεια της προπόνησης

Οι ρυθμοί με τους οποίους παράγεται ιδρώτας κατά την άσκηση μπορεί να κυμαίνονται από 0,3 έως 2,4 λίτρα την ώρα. Αυτοί οι ρυθμοί βασίζονται σε παράγοντες όπως η ένταση και η διάρκεια της άσκησης, το επίπεδο φυσικής κατάστασης του ατόμου, ο εγκλιματισμός του στη ζέστη, το υψόμετρο στο οποίο ασκούνται και άλλες περιβαλλοντικές συνθήκες όπως η ζέστη και η υγρασία (American College of Sports Medicine et al 2007, Kenefick, Cheuvront 2012, Mountjoy et al 2012, Koehle et al 2014).

Είναι βέλτιστο για τους αθλητές να καταναλώνουν επαρκή ποσότητα υγρών όταν ασκούνται, προκειμένου να αναπληρώσουν την ποσότητα της χαμένης εφίδρωσης, διασφαλίζοντας ότι η συνολική μείωση των σωματικών υγρών περιορίζεται σε λιγότερο από το 2% του σωματικού τους βάρους. Πολλαπλές μεταβλητές μπορεί να εμποδίσουν την προσβασιμότητα του υγρού ή τις ευκαιρίες για κατανάλωση κατά τη διάρκεια της άσκησης, και για την πλειονότητα των ανταγωνιστικών, ελίτ αθλητών, η ποσότητα ιδρώτα που χάνεται συνήθως ξεπερνά την ποσότητα υγρών που καταναλώνονται. Ωστόσο, υπάρχουν διακυμάνσεις μεταξύ των ατόμων όσον αφορά τις συνήθειες κατανάλωσης αλκοόλ και τους ρυθμούς εφίδρωσης κατά τη διάρκεια της φυσικής δραστηριότητας, που μπορεί να οδηγήσει σε ένα ευρύ φάσμα αλλαγών στην κατάσταση των υγρών, που κυμαίνονται από σημαντική αφυδάτωση έως υπερβολική ενυδάτωση (Garth, Burke 2013).

Η τακτική αξιολόγηση του σωματικού βάρους πριν και μετά την άσκηση, λαμβάνοντας υπόψη την παραγωγή ούρων και την πρόσληψη υγρών, μπορεί να βοηθήσει τους αθλητές να προσδιορίσουν την ποσότητα του ιδρώτα που χάνεται κατά τη διάρκεια της σωματικής δραστηριότητας, προκειμένου να προσαρμόσουν τα σχέδια αναπλήρωσης υγρών. Αν υποθέσουμε ότι δεν υπάρχουν πρόσθετοι παράγοντες που επηρεάζουν τη μάζα σώματος κατά τη διάρκεια της άσκησης (όπως σημαντική απώλεια ουσιών σε πολύ μακροχρόνιες εκδηλώσεις), μια μείωση κατά 1 kg σωματικού βάρους αντιστοιχεί σε απώλεια περίπου 1 λίτρου ιδρώτα. Η βέλτιστη πρόσληψη υγρών για αθλητές κυμαίνεται συνήθως από 0,4 έως 0,8 L/h, αν και αυτό μπορεί να ποικίλλει ανάλογα με την ανοχή του αθλητή, την εμπειρία, την πρόσβαση σε υγρά και τα πλεονεκτήματα της κατανάλωσης άλλων θρεπτικών συστατικών, όπως οι υδατάνθρακες, σε υγρή μορφή. Η κατανάλωση κρύων ροφημάτων σε θερμοκρασία

0,5°C μπορεί ενδεχομένως να μειώσει τη θερμοκρασία του σώματος και ως εκ τούτου να βελτιώσει την απόδοση σε ζεστές συνθήκες. Η γεύση σε ένα ρόφημα μπορεί να ενισχύσει τη γευστικότητα του και να οδηγήσει σε αυξημένη εθελοντική κατανάλωση υγρών.

Αν και είναι σύνηθες οι ανταγωνιστικοί αθλητές να παρουσιάζουν έλλειμμα υγρών κατά τη διάρκεια της άσκησης, τα τελευταία 20 χρόνια υπάρχει μια αυξανόμενη αναγνώριση ότι ορισμένοι αθλητές καταναλώνουν περισσότερα υγρά από όσα χρειάζονται και υπερ-ενυδατώνονται. Η υπονατριαιμία ή τα χαμηλά επίπεδα νατρίου στο πλάσμα (<135 mmol/L), προκαλείται κυρίως από την υπερβολική κατανάλωση υγρών πέρα από αυτά που χάνονται μέσω του ιδρώτα και των ούρων. Αυτή η κατάσταση, γνωστή και ως δηλητηρίαση από το νερό, μπορεί να επιδεινωθεί όταν υπάρχουν πρόσθετες απώλειες νατρίου μέσω του ιδρώτα και όταν χρησιμοποιούνται ποτά χαμηλής περιεκτικότητας σε νάτριο για αντικατάσταση υγρών (Jeukendrup 2011, Hew-Butler et al 2015). Επιπλέον, μπορεί να επιδεινωθεί από την υπερβολική κατανάλωση υγρών τις ώρες ή τις ημέρες που προηγούνται του αγώνα. Οι ερασιτέχνες αθλητές είναι πιο επιρρεπείς στην υπερυδάτωση λόγω της χαμηλότερης προσπάθειας για απόδοση και του ποσοστού ιδρώτα τους σε σύγκριση με τους επαγγελματίες αθλητές. Ωστόσο, μπορεί να έχουν περισσότερες ευκαιρίες και μια ισχυρότερη πεποίθηση ότι πρέπει να ενυδατωθούν. Οι γυναίκες συνήθως παρουσιάζουν μικρότερη σωματική διάπλαση και χαμηλότερους ρυθμούς εφίδρωσης σε σύγκριση με τους άνδρες, γεγονός που μπορεί να αυξήσει την ευαισθησία τους σε υπερβολική πρόσληψη υγρών και πιθανή υπονατριαιμία (American College of Sports Medicine et al 2007).

Τα συμπτώματα υπονατριαιμίας μπορεί να εκδηλωθούν κατά τη διάρκεια της άσκησης, ειδικά όταν τα επίπεδα νατρίου στο πλάσμα πέφτουν κάτω από 130 mEq/L (130 mmol/L). Αυτά τα συμπτώματα περιλαμβάνουν φούσκωμα, πρήξιμο, αύξηση βάρους, ναυτία, έμετο, πονοκέφαλο, σύγχυση, παραλήρημα, επιληπτικές κρίσεις, αναπνευστική δυσχέρεια, απώλεια συνείδησης και δυνητικά θανατηφόρα αποτελέσματα εάν αφεθούν χωρίς θεραπεία. Ενώ η αφυδάτωση και η υπερνατριαιμία πιστεύεται ότι είναι πιο συχνές από την υπερ-ενυδάτωση και την υπονατριαιμία, οι τελευταίες καταστάσεις είναι πιο επικίνδυνες και απαιτούν άμεση ιατρική παρέμβαση (American College of Sports Medicine et al 2007, Kenefick, Cheuvront 2012, Hew-Butler et al 2015).

Η κατανάλωση νατρίου συνιστάται κατά τη διάρκεια της άσκησης όταν υπάρχει σημαντική απώλεια νατρίου μέσω του ιδρώτα. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό για αθλητές που έχουν υψηλούς ρυθμούς εφίδρωσης ($>1,2$ L/h), παράγουν αλμυρό ιδρώτα ή κάνουν άσκηση που διαρκεί περισσότερο από 2 ώρες (Shirreffs, Sawka 2011, Kenefick, Cheuvront 2012, Jeukendrup et al 2015). Η μέση συγκέντρωση νατρίου στον ιδρώτα είναι περίπου 1 g/L (50 mmol/L) και είναι μικρότερη από την ποσότητα νατρίου στο πλάσμα. Η αίσθηση της δίψας συνήθως επηρεάζεται από τις διακυμάνσεις της ωσμωτικότητας του πλάσματος και γενικά χρησιμεύει ως αξιόπιστος δείκτης της αναγκαιότητας κατανάλωσης υγρών. Ωστόσο, δεν σημαίνει απαραίτητα ότι ο αθλητής αντιμετωπίζει αφυδάτωση (Goulet 2012). Ηλικιωμένοι αθλητές μπορεί να έχουν μειώσεις στην αίσθηση της δίψας λόγω της ηλικίας και μπορεί να χρειάζονται κίνητρο για να καταναλώνουν υγρά κατά τη διάρκεια και μετά την άσκηση (American College of Sports Medicine et al 2007).

Οι κράμπες των σκελετικών μυών, οι οποίες προκαλούνται συνήθως από μυϊκή κόπωση, μπορεί να συμβούν σε αθλητές που συμμετέχουν σε διάφορα αθλήματα κάτω από διαφορετικές περιβαλλοντικές συνθήκες. Αυτές οι κράμπες μπορεί να συνδέονται με αφυδάτωση και ανισορροπίες στα επίπεδα ηλεκτρολυτών. Οι αθλητές που εμφανίζουν υπερβολική εφίδρωση, ειδικά όταν συνδυάζεται με υψηλή συγκέντρωση νατρίου στην εφίδρωση, μπορεί να έχουν μεγαλύτερη πιθανότητα να εμφανίσουν μυϊκές κράμπες. Αυτός ο κίνδυνος αυξάνεται περαιτέρω εάν δεν είναι συνηθισμένοι να ασκούνται σε ζεστές συνθήκες και σε άγνωστα περιβάλλοντα (Bergeron 2007).

3.2.1 Μετά την προπόνηση

Μετά την άσκηση, πολλοί αθλητές έχουν έλλειψη υγρών και μπορεί να χρειαστούν επανυδάτωση κατά τη φάση της αποκατάστασης (American College of Sports Medicine et al 2007, Garth, Burke 2013). Οι θεραπείες επανυδάτωσης θα πρέπει να επικεντρώνονται σε μεγάλο βαθμό στη μέτρια πρόσληψη νερού και νατρίου για την αποφυγή απωλειών ούρων (Shirreffs, Sawka 2011). Το διαιτητικό νάτριο/χλωριούχο νάτριο, που βρίσκεται σε γεύματα και ποτά, βοηθά στην κατακράτηση υγρών που καταναλώνονται, ιδιαίτερα των εξωκυτταρικών υγρών, όπως ο όγκος του πλάσματος. Κατά συνέπεια, δεν συνιστάται οι αθλητές να καθοδηγούνται στον περιορισμό του νατρίου στη διατροφή τους μετά την άσκηση, ειδικά όταν έχουν υποστεί σημαντικές απώλειες νατρίου.

Για την αποτελεσματική ενυδάτωση μετά την άσκηση, είναι απαραίτητο να καταναλώνεται μεγαλύτερη ποσότητα υγρών (περίπου 125% έως 150% περισσότερο) από την ποσότητα που χάνεται μέσω του ιδρώτα και των ούρων. Για παράδειγμα, εάν

χαθεί 1 κιλό σωματικού βάρους, συνιστάται η κατανάλωση 1,25 έως 1,5 λίτρου υγρού.

Επίσης:

- Η κατανάλωση υπερβολικών ποσοτήτων αλκοόλ κατά τη διάρκεια του χρόνου αποθεραπείας δεν συνιστάται γιατί έχει διουρητική δράση.
- Όσον αφορά την καφεΐνη, οι προηγούμενες προφυλάξεις σχετικά με τις διουρητικές επιδράσεις φαίνεται να είναι υπερβολικές όταν καταναλώνεται τακτικά σε μικρές ποσότητες, όπως λιγότερο από 180 mg (American College of Sports Medicine et al 2007).

3.3 Διατροφικά συμπληρώματα

3.3.1 Οδηγίες για συμπληρώματα υδατανθράκων

Οι υδατάνθρακες παίζουν καθοριστικό ρόλο στην τροφοδοσία των μυών και του κεντρικού νευρικού συστήματος. Η διαθεσιμότητα αποθηκευμένων υδατανθράκων είναι ένας περιοριστικός παράγοντας για παρατεταμένη συνεχή ή διακοπτόμενη άσκηση, αλλά είναι απαραίτητη για τη διατήρηση της αθλητικής απόδοσης υψηλής έντασης. Η εξάντληση του μυϊκού γλυκογόνου οδηγεί σε κόπωση και μείωση της έντασης της παρατεταμένης δραστηριότητας. Η ανεπαρκής γλυκόζη παρεμποδίζει διάφορους παράγοντες που σχετίζονται με την απόδοση, όπως ο βηματισμός, οι κινητικές δεξιότητες και η εστίαση, ενώ επιφέρει μια αίσθηση εξάντλησης (Spriet 2014, Cermak, van Loon 2013). Επομένως, μια κρίσιμη προσέγγιση για τη βελτίωση της κορυφαίας απόδοσης σε αγώνες ή σε σημαντικές προπονήσεις είναι η ευθυγράμμιση των αποθεμάτων υδατανθράκων του σώματος με τις ενεργειακές απαιτήσεις της συνεδρίας. Πριν, καθ' όλη τη διάρκεια ή κατά την

περίοδο αποθεραπείας μεταξύ αγώνων ή προπονήσεων υψηλής έντασης, είναι σκόπιμο να εφαρμόζονται τακτικές που στοχεύουν στην ενίσχυση της προσβασιμότητας των υδατανθράκων.

3.3.1.1 Επίτευξη επαρκών αποθεμάτων μυϊκού γλυκογόνου

Με την προσεκτική διαχείριση της διατροφής και της σωματικής τους δραστηριότητας, οι αθλητές μπορούν να διασφαλίσουν ότι τα επίπεδα γλυκογόνου τους είναι επαρκή προκειμένου να καλύψουν τις αναμενόμενες ενεργειακές απαιτήσεις του αγώνα. Τα αποθέματα γλυκογόνου μπορούν να αποκατασταθούν στα φυσιολογικά τους επίπεδα εντός 24 ωρών μετά την προπόνηση μετά από επαρκή πρόσληψη καυσίμου, εφόσον δεν υπάρχει σημαντικός μυϊκός τραυματισμός (Burke et al 2004). Δραστηριότητες που διαρκούν περισσότερο από 90 λεπτά μπορεί να είναι πλεονεκτικές για να έχουμε υψηλότερα αποθέματα γλυκογόνου (Hawley et al 1997). Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με μια διαδικασία που ονομάζεται φόρτωση υδατανθράκων. Αυτή η διαδικασία αύξησης του μυϊκού γλυκογόνου, γνωστή ως υπεραντιστάθμιση, αναπτύχθηκε με βάση πειράματα που διεξήχθησαν τη δεκαετία του 1960 σε σχέση με επαγγελματίες αθλητές. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί ακολουθώντας μια διατροφή πλούσια σε υδατάνθρακες για παρατεταμένο χρονικό διάστημα και μειώνοντας σταδιακά την ένταση της άσκησης σε διάστημα 48 ωρών.

Η κατανάλωση υδατανθράκων σε γεύματα ή σνακ εντός 1 έως 4 ωρών πριν από την άσκηση μπορεί να ενισχύσει περαιτέρω την αποθήκευση γλυκογόνου στο σώμα, ειδικά στο ήπαρ, το οποίο μπορεί να έχει εξαντληθεί λόγω νηστείας κατά τη διάρκεια της νύχτας (Burke et al 2004). Επιπλέον, μπορεί να χρησιμεύσει ως ένας πιθανός μηχανισμός για την απελευθέρωση γλυκόζης στο γαστρεντερικό σωλήνα κατά τη διάρκεια της φυσικής δραστηριότητας (Burke et al 2004). Η κατανάλωση

υδατανθράκων με ρυθμό 1 έως 4 γραμμάρια ανά κιλό σωματικού βάρους, προσαρμοσμένη στις ανάγκες του ατόμου όσον αφορά το χρόνο, την ποσότητα και την επιλογή τροφής, έχει αποδειχθεί ότι βελτιώνει την αντοχή και την απόδοση κατά τη διάρκεια παρατεταμένης δραστηριότητας (Burke et al 2004, Ormsbee et al 2014). Συνήθως, συνιστάται να επιλέγονται τρόφιμα πριν από την προπόνηση που έχουν χαμηλή περιεκτικότητα σε λιπαρά, χαμηλή περιεκτικότητα σε φυτικές ίνες και χαμηλή έως μέτρια περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη. Αυτό συμβαίνει επειδή αυτές οι τροφές είναι λιγότερο πιθανό να δημιουργήσουν γαστρεντερικά προβλήματα και να οδηγήσουν στην κένωση του στομάχου (Rehrer et al 1992). Για τους αθλητές που αισθάνονται νευρικότητα πριν από τον αγώνα ή έχουν ένα απρόβλεπτο χρονοδιάγραμμα πριν τον αγώνα, τα συμπληρώματα υγρών γευμάτων είναι ευεργετικά. Αυτά τα συμπληρώματα αφομοιώνονται γρήγορα, καθιστώντας τα μια προτιμώμενη επιλογή. Κατά κύριο λόγο, ο αθλητής θα πρέπει να επιλέξει μια μέθοδο που είναι κατάλληλη για τις δικές του ανάγκες και προηγούμενες συνήθειες μπορεί να βελτιωθούν περαιτέρω μέσω πρόσθετου πειραματισμού.

Η ακριβής διαχείριση της κατανάλωσης υδατανθράκων πριν από την άσκηση μπορεί να είναι πολύπλοκη λόγω του μεταβολικού αντίκτυπου της επακόλουθης απόκρισης ινσουλίνης. Αυτή η απόκριση οδηγεί σε μείωση της κινητοποίησης και της χρήσης του λίπους, ενώ ταυτόχρονα αυξάνει τη χρήση των υδατανθράκων (Ormsbee et al 2014). Σε ορισμένα άτομα, αυτό μπορεί να οδηγήσει σε πρόωρη εξάντληση (Foster et al 1979). Οι μέθοδοι για να ξεπεραστεί αυτό το πρόβλημα περιλαμβάνουν την ενσωμάτωση τουλάχιστον 1 g/kg υδατανθράκων στο γεύμα πριν από το συμβάν για να αντισταθμιστεί η αυξημένη οξείδωση των υδατανθράκων. Επιπλέον, συνιστάται να συμπεριλάβεται μια πηγή πρωτεΐνης στο γεύμα και να

συμπεριλαμβάνονται μερικές ασκήσεις υψηλής έντασης στην προθέρμανση πριν από την άσκηση για την τόνωση της ηπατικής γλυκονεογένεσης. Τέλος, συνιστάται επίσης, η κατανάλωση υδατανθράκων κατά τη διάρκεια της άσκησης (Coyle 1991). Μια εναλλακτική μέθοδος έχει προταθεί, η οποία περιλαμβάνει την επιλογή γευμάτων πριν την άσκηση που αποτελούνται από τροφές πλούσιες σε υδατάνθρακες με χαμηλό γλυκαιμικό δείκτη. Αυτή η τεχνική στοχεύει να μειώσει τις μεταβολικές αλλοιώσεις που προκαλούνται από την κατανάλωση υδατανθράκων και να παρέχει μια πιο συνεπή απελευθέρωση υδατανθράκων κατά τη διάρκεια της άσκησης. Ενώ ορισμένες μελέτες έχουν προτείνει ότι αυτή η στρατηγική μπορεί να βελτιώσει την απόδοση της άσκησης. Η πρόσληψη υδατανθράκων με χαμηλό γλυκαιμικό δείκτη πριν από την άσκηση δεν έχει βρεθεί ότι ενισχύει καθολικά την απόδοση, ακόμη και όταν τα μεταβολικά αποτελέσματα της πρόσληψης υδατανθράκων πριν από την άσκηση μειώνονται. Επιπλέον, η κατανάλωση υδατανθράκων κατά τη διάρκεια της άσκησης αναιρεί κάθε επίδραση που μπορεί να έχει η πρόσληψη υδατανθράκων πριν από την άσκηση στον μεταβολισμό και την απόδοση (Burke et al 1998).

Η κατανάλωση υδατανθράκων κατά τη διάρκεια της άσκησης προσφέρει διάφορα πλεονεκτήματα στην ικανότητα άσκησης και στην απόδοση. Αυτά τα οφέλη εξαρτώνται από παράγοντες όπως η φύση της άσκησης, το περιβάλλον, η προετοιμασία του αθλητή και η ανοχή του στους υδατάνθρακες. Οι μηχανισμοί μέσω των οποίων επιτυγχάνονται αυτά τα οφέλη περιλαμβάνουν την εξοικονόμηση γλυκογόνου, την παροχή εξωτερικού μυϊκού υποστρώματος, την πρόληψη της υπογλυκαιμίας και την ενεργοποίηση των κέντρων ανταμοιβής στο κεντρικό νευρικό σύστημα (Cermak, van Loon 2013). Εκτεταμένη έρευνα σχετικά με την κατανάλωση υδατανθράκων κατά τη διάρκεια της άσκησης έχει αποκαλύψει ότι η επίτευξη

διακριτών αποτελεσμάτων απαιτεί ποικίλες ποσότητες, χρόνο κατανάλωσης και είδη υδατανθράκων. Επιπλέον, αυτά τα αποτελέσματα μπορεί να επικαλύπτονται σε πολλαπλές ενέργειες (Burke et al 2011, Stellingwerff, Cox 2014). Φυσικά, η εφαρμογή αυτών των προτάσεων πρέπει να ευθυγραμμίζεται με τις προσωπικές προτιμήσεις και τις εμπειρίες του κάθε αθλητή, καθώς και με τις ευκαιρίες που είναι διαθέσιμες κατά τη διάρκεια μιας εκδήλωσης ή προπόνησης να αποκτήσει και να καταναλώσει υγρά ή τρόφιμα πλούσια σε υδατάνθρακες. Για να συμμορφωθούν με αυτές τις οδηγίες, τα άτομα μπορούν να επιλέξουν από μια ποικιλία κοινών τροφίμων και ποτών, καθώς και εξειδικευμένα αθλητικά προϊόντα, όπως αθλητικά ποτά. Αυτά τα προϊόντα μπορεί να περιλαμβάνουν νεότερες επιλογές που συνδυάζουν γλυκόζη και φρουκτόζη, γνωστούς ως πολλαπλά μεταφερόμενους υδατάνθρακες, οι οποίοι έχουν σχεδιαστεί για να βελτιώνουν τη συνολική απορρόφηση των υδατανθράκων στα έντερα (Jeukendrup 2010). Η πιθανή χρησιμότητα αυτής της προσέγγισης έγκειται σε σενάρια που περιλαμβάνουν εκτεταμένη σωματική δραστηριότητα, όταν αυξημένοι ρυθμοί εξωτερικής οξείδωσης γλυκόζης θα μπορούσαν να βοηθήσουν στη διατήρηση της έντασης εργασίας παρά τη μείωση των αποθεμάτων γλυκογόνου των μυών. Ωστόσο, έχει καθορίσει ότι τα παρόντα στοιχεία σχετικά με τα πλεονεκτήματα αυτής της μεθόδου είναι ασαφή.

Η αποκατάσταση των επιπέδων γλυκογόνου είναι ένας βασικός στόχος κατά την περίοδο αποκατάστασης μετά την άσκηση, ειδικά όταν ο αθλητής συμμετέχει σε δραστηριότητες που βασίζονται σε μεγάλο βαθμό στους υδατάνθρακες. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό όταν ο στόχος είναι η βελτίωση της απόδοσης σε επόμενες συνεδρίες άσκησης. Ο σωστός ανεφοδιασμός απαιτεί επαρκή κατανάλωση υδατανθράκων και κατάλληλο χρόνο.

Για τη μεγιστοποίηση του αποτελεσματικού χρόνου ανεφοδιασμού, είναι ωφέλιμη η κατανάλωση υδατανθράκων νωρίς στη φάση αποθεραπείας με ρυθμό περίπου 1 έως 1,2 γραμμάρια ανά κιλό σωματικού βάρους ανά ώρα κατά τις πρώτες 4 έως 6 ώρες. Αυτό συμβαίνει επειδή ο ρυθμός επανασύνθεσης γλυκογόνου είναι μόνο περίπου 5% ανά ώρα.

Με την προϋπόθεση ότι καταναλώνονται επαρκείς ποσότητες υδατανθράκων και ενέργειας και επιτυγχάνονται διατροφικοί στόχοι, τα άτομα μπορούν να επιλέξουν γεύματα και σνακ από μια σειρά τροφίμων και ποτών με βάση τις ιδιαίτερες προτιμήσεις τους για τον τύπο και το χρόνο κατανάλωσης (Burke et al 2011, Burke et al 2004). Απαιτείται περαιτέρω έρευνα για τη διερεύνηση της πιθανής ενίσχυσης της αποθήκευσης γλυκογόνου σε συνθήκες κακής πρόσληψης ενέργειας και υδατανθράκων.

3.3.2 Οδηγίες για συμπληρώματα πρωτεϊνών

Η πρόσληψη πρωτεΐνης πριν και μετά την άσκηση συνήθως συνδυάζεται με την πρόσληψη υδατανθράκων, καθώς οι αθλητές τρώνε συνήθως τροφές, ποτά και συμπληρώματα που περιλαμβάνουν και τους δύο τύπους θρεπτικών συστατικών. Η κατανάλωση διατροφικών πρωτεϊνών σε καταστάσεις όπου υπάρχει έλλειψη υδατανθράκων (Betts, Williams 2010) ή/και περιορισμένη πρόσληψη ενέργειας κατά την περίοδο άμεσης αποθεραπείας μετά την άσκηση (Beelen et al 2010) έχει αποδειχθεί ότι βελτιώνει και επιταχύνει την αναπλήρωση του γλυκογόνου. Για παράδειγμα, έρευνες έχουν δείξει ότι οι αθλητές που καταναλώνουν 0,8 γραμμάρια υδατανθράκων ανά κιλό σωματικού βάρους και 0,4 γραμμάρια πρωτεΐνης ανά κιλό σωματικού βάρους είχαν παρόμοια ποσοστά ανάκτησης απόδοσης (Berardi et al

2008) και αναπλήρωσης γλυκογόνου σε σύγκριση με αθλητές που καταναλώνουν απλώς υδατάνθρακες (1,2 γραμμάρια ανά κιλό του σωματικού βάρους). Αυτό μπορεί να βελτιώσει την απόδοση της άσκησης και να προσφέρει πλεονεκτήματα για αθλητές που συμμετέχουν συστηματικά σε πολλές προπονήσεις ή συνεδρίες αγώνων εντός μίας ημέρας ή διαδοχικών ημερών.

Ενώ η κατανάλωση πρωτεΐνης μπορεί να βοηθήσει στην επανασύνθεση γλυκογόνου και να ενισχύσει τη μυϊκή πρωτεϊνοσύνθεση (MPS) (Tipton et al 2007, Tipton et al 2001). Όταν αυτό πραγματοποιείται κοντά σε ασκήσεις ενδυνάμωσης και αντοχής, δεν υπάρχουν επαρκή στοιχεία από αυστηρά ελεγχόμενη έρευνα που να υποδηλώνει ότι τα συμπληρώματα πρωτεΐνης ενισχύουν άμεσα την αθλητική απόδοση (van Essen, Gibala 2006, Ivy et al 2003).

Ωστόσο, ένας περιορισμένος αριθμός μελετών έχει δείξει ότι η κατανάλωση 50 έως 100 γραμμαρίων πρωτεΐνης κατά τη φάση της αποθερπαιίας οδηγεί σε ταχύτερη ανάκτηση στατικής δύναμης και δυναμικής ισχύος όταν αντιμετωπίζεται καθυστερημένη έναρξη μυϊκού πόνου (Etheridge et al 2008). Σε αντίθεση με αυτές τις ανακαλύψεις, πρόσθετη έρευνα δείχνει ότι η κατανάλωση πρωτεΐνης σε μέτριες ποσότητες σε τακτική βάση δεν έχει αξιοσημείωτη επίδραση στην απόδοση (Hoffman et al 2010). Επιπλέον, μελέτες που υποδηλώνουν καλά αποτελέσματα όταν χορηγείται στην ομάδα ελέγχου ένα εικονικό φάρμακο με αρωματικό νερό ή ένα εικονικό φάρμακο που δεν είναι ισοθερμιδικό δεν μπορούν να εξαλείψουν την πιθανότητα η παροχή ενέργειας μετά την άσκηση να έχει αντίκτυπο στο αναφερόμενο αποτέλεσμα (Etheridge et al 2008).

Ο αντίκτυπος της πρόσληψης πρωτεΐνης στη σύνθεση πρωτεϊνών των μυών (MPS) φαίνεται να είναι λιγότερο σημαντικός κατά τη διάρκεια της άσκησης και τη φάση πριν από την άσκηση σε σύγκριση με την κατανάλωση πρωτεΐνης μετά την άσκηση. Ωστόσο, μπορεί ακόμα να συμβάλει στην αποκατάσταση των μυών, ανάλογα με τον συγκεκριμένο τύπο προπόνησης που εκτελείται. Η ταυτόχρονη κατανάλωση πρωτεϊνών και υδατανθράκων κατά τη διάρκεια μιας άσκησης τύπου διαλείπουσας αντίστασης διάρκειας 2 ωρών έχει αποδειχθεί ότι προάγει τη σύνθεση πρωτεϊνών των μυών (MPS) κατά τη διάρκεια του χρόνου δραστηριότητας (Beelen et al 2008). Αυτή η πρακτική μπορεί επίσης να παρατείνει τη μεταβολική προσαρμογή, ειδικά κατά τη διάρκεια συνεδριών άσκησης τύπου υπεραντοχής (van Loon 2014). Τα πιθανά πλεονεκτήματα της πρόσληψης πρωτεΐνης πριν και κατά τη διάρκεια της άσκησης μπορεί να είναι πολύ ωφέλιμα για τους αθλητές που ενδιαφέρονται να βελτιστοποιήσουν την απόκριση της μυϊκής πρωτεϊνοσύνθεσης (MPS) στην άσκηση με αντίσταση και να βελτιώσουν την αποκατάσταση από την άσκηση υπεραντοχής.

3.3.3 Συμπληρώματα Διατροφής και Εργογονικά Βοηθήματα

Οι αθλητές συνήθως παρακινούνται τόσο από εξωτερικούς όσο και από εσωτερικούς παράγοντες για να βελτιώσουν την απόδοσή τους. Αυτό το κίνητρο τους οδηγεί να επηρεάζονται από το ελκυστικό μάρκετινγκ και τις μαρτυρίες που σχετίζονται με τα συμπληρώματα και τις αθλητικές τροφές. Η βιομηχανία αθλητικών συμπληρωμάτων επεκτείνεται ταχέως, αλλά η απουσία κανονισμών στην κατασκευή και το μάρκετινγκ εκθέτει τους αθλητές σε παραπλανητικές διαφημίσεις και μη επαληθευμένους ισχυρισμούς (Health Canada 2015). Η παγκόσμια εμφάνιση αθλητών που χρησιμοποιούν συμπληρώματα έχει εκτιμηθεί ότι κυμαίνεται από 37% έως 89%, με υψηλότερα ποσοστά να παρατηρούνται μεταξύ των επαγγελματιών

αθλητών και εκείνων που είναι μεγαλύτερης ηλικίας. Οι λόγοι για τη χρήση συμπληρωμάτων περιλαμβάνουν τη βελτίωση της απόδοσης ή την αποκατάσταση, τη βελτίωση ή τη διατήρηση της υγείας, την αύξηση της ενέργειας, την αντιστάθμιση της κακής διατροφής, την υποστήριξη του ανοσοποιητικού συστήματος και τον χειρισμό της σύστασης του σώματος (Braun et al 2009, Maughan 2014). Ωστόσο, μόνο ένας μικρός αριθμός αθλητών υποβάλλεται σε επαγγελματική αξιολόγηση των αρχικών διατροφικών συνηθειών τους. Επιπλέον, οι αθλητές συχνά βασίζονται στην καθοδήγηση από την οικογένεια, τους φίλους, τους συμπαίκτες, τους προπονητές, το Διαδίκτυο και τα καταστήματα όσον αφορά τις πρακτικές συμπληρωμάτων τους, αντί να ζητούν συμβουλές από αθλητικούς διαιτολόγους και άλλους ειδικούς στον τομέα της αθλητικής επιστήμης (Braun et al 2009).

Όταν πρόκειται για τη χρήση αθλητικών γευμάτων και συμπληρωμάτων, είναι σημαντικό να αξιολογείται η αποτελεσματικότητά τους. Επιπλέον, ζητήματα ασφάλειας προκύπτουν από τη συμπερίληψη τόσο εμφανών όσο και κρυφών επικίνδυνων ουσιών, καθώς και από τις ακατάλληλες καταναλωτικές συνήθειες αθλητών που καταναλώνουν υπερβολικά υψηλές ποσότητες ή προβληματικούς συνδυασμούς ουσιών. Το θέμα της τήρησης των κανονισμών κατά του ντόπινγκ εξακολουθεί να προκαλεί ανησυχία λόγω της πιθανότητας μόλυνσης με απαγορευμένες ή μη επιτρεπόμενες ουσίες. Αυτά τα ευρήματα έχουν σημαντικές συνέπειες για τους αθλητές που συμμετέχουν σε αθλήματα που διέπονται από κανονισμούς κατά του ντόπινγκ, όπως η Εθνική Συλλογική Αθλητική Ένωση ή η Παγκόσμια Υπηρεσία Αντιντόπινγκ (Maughan 2014). Οι ισχυρισμοί που γίνονται από έναν κατασκευαστή συμπληρωμάτων, όπως "100% καθαρό", "χωρίς απαγορευμένες ουσίες", "Φυσικό προϊόν υγείας - NHPN/NPN" (στον Καναδά) ή με αριθμό

αναγνώρισης φαρμάκου, δεν μπορούν να θεωρηθούν ως αξιόπιστη απόδειξη ότι το συμπλήρωμα είναι όντως απαλλαγμένο από παράνομες ουσίες. Τα εμπορικά προγράμματα ελέγχου τρίτων έχουν τη δυνατότητα να διεξάγουν ανεξάρτητο έλεγχο συμπληρωμάτων διατροφής για απαγορευμένες και περιορισμένες ουσίες σε εγκαταστάσεις δοκιμών που συμμορφώνονται με το πρότυπο διαπίστευσης ISO 17025 (International Organization for Standardization and International Electrotechnical Commission 2005). Αυτό εξασφαλίζει υψηλότερο επίπεδο εμπιστοσύνης στην καθαρότητα των συμπληρωμάτων για αθλητές που ενδιαφέρονται για την αποφυγή παραβιάσεων του ντόπινγκ και τη διατήρηση της καταλληλότητάς τους.

Η ηθική πίσω από τη χρήση των αθλητικών συμπληρωμάτων είναι μια ατομική απόφαση που συνεχίζει να αποτελεί αντικείμενο συζήτησης. Η ευθύνη των ικανών επαγγελματιών υγείας, όπως οι αθλητικοί διαιτολόγοι, είναι να δημιουργήσουν μια θετική σχέση με τους αθλητές και να προσφέρουν αξιόπιστη, υποστηριζόμενη από έρευνα καθοδήγηση σχετικά με την καταλληλότητα, την αποτελεσματικότητα και τη συνιστώμενη ποσότητα αθλητικών τροφών και συμπληρωμάτων. Κατά τη διεξαγωγή μιας ολοκληρωμένης αξιολόγησης των διατροφικών συνηθειών και της κατανάλωσης τροφής ενός αθλητή, οι αθλητικοί διαιτολόγοι θα πρέπει να βοηθήσουν τους αθλητές να αξιολογήσουν τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της χρήσης ενός συγκεκριμένου προϊόντος. Είναι σημαντικό να τονιστεί ότι οι αθλητές είναι υπόλογοι για τα προϊόντα που καταναλώνουν και για τυχόν πιθανά αποτελέσματα, συμπεριλαμβανομένων νομικών ζητημάτων, ζητημάτων υγείας και ασφάλειας (Maughan 2014).

Τα πλεονεκτήματα της χρήσης συμπληρωμάτων και αθλητικών γευμάτων περιλαμβάνουν την παροχή πρακτικής βοήθειας για την επίτευξη των στόχων αθλητικής διατροφής, την πρόληψη ή την αντιμετώπιση των ελλείψεων θρεπτικών συστατικών και, σε ορισμένες περιπτώσεις, την άμεση ενίσχυση της απόδοσης. Ωστόσο, είναι σημαντικό να επιτευχθεί μια λεπτή ισορροπία μεταξύ των πλεονεκτημάτων και των μειονεκτημάτων, καθώς και της οικονομικής επιβάρυνσης και της πιθανότητας εργολυτικών συνεπειών (Maughan 2014, Burke, Cato 2015).

Κατά την ανάλυση ενός προϊόντος, είναι σημαντικό να λαμβάνονται υπόψη αρκετοί παράγοντες. Αυτά περιλαμβάνουν τη διεξαγωγή μιας θεωρητικής ανάλυσης του διατροφικού στόχου ή του οφέλους απόδοσης που στοχεύει να αντιμετωπίσει το προϊόν στο πλαίσιο του συγκεκριμένου προγράμματος προπόνησης ή αγώνα του αθλητή. Επιπλέον, θα πρέπει να αξιολογηθεί η ποιότητα των αποδεικτικών στοιχείων που υποστηρίζουν την ικανότητα του προϊόντος να επιτύχει αυτούς τους στόχους. Θα πρέπει επίσης να λαμβάνεται υπόψη η προηγούμενη εμπειρία με το προϊόν όσον αφορά την ατομική ανταπόκριση. Τέλος, θα πρέπει να ληφθούν υπόψη οι πιθανές συνέπειες για την υγεία και τις νομικές συνέπειες που σχετίζονται με το προϊόν. Αξίζει να σημειωθεί ότι μόνο ένας μικρός αριθμός συμπληρωμάτων που ισχυρίζονται ότι έχουν οφέλη που ενισχύουν την απόδοση υποστηρίζονται από αξιόπιστα στοιχεία (Maughan 2014, Burke, Cato 2015). Η αποτελεσματικότητα των αθλητικών συμπληρωμάτων συχνά παρεμποδίζεται σε ερευνητικές μελέτες λόγω διαφόρων περιορισμών. Αυτοί περιλαμβάνουν μικρά μεγέθη δειγμάτων, συμπερίληψη μη εκπαιδευμένων ατόμων, ανεπαρκή εκπροσώπηση συγκεκριμένων υποομάδων αθλητών (όπως γυναίκες, ηλικιωμένους αθλητές και αθλητές με αναπηρίες), αναξιόπιστα ή άσχετα τεστ απόδοσης, ανεπαρκή έλεγχο των συγχυτικών μεταβλητών

και αδυναμία λήψης υπόψη της συνιστώμενης αθλητικής πρακτικής διατροφής ή τις πιθανές αλληλεπιδράσεις με άλλα συμπληρώματα (Maughan 2014, Burke, Cato 2015). Αν και μπορεί να υπάρχει εκτενής έρευνα για ένα αθλητικό συμπλήρωμα, μπορεί να μην περιλαμβάνει όλες τις συγκεκριμένες χρήσεις για ένα συγκεκριμένο γεγονός, περιβάλλον ή μεμονωμένο αθλητή.

Η χρήση συμπληρωμάτων είναι πιο αποτελεσματική όταν χρησιμοποιείται σε ένα προσεκτικά επιλεγμένο πρόγραμμα διατροφής. Σπάνια είναι επιτυχής σε άλλες συνθήκες και δεν δικαιολογείται για νεαρούς αθλητές που μπορούν να επιτύχουν αξιοσημείωτες βελτιώσεις στην απόδοση μέσω της φυσικής ανάπτυξης, της μεγαλύτερης συμμετοχής στον αθλητισμό και της εφαρμογής ενός συγκεκριμένου διατροφικού σχήματος για τον αθλητισμό.

Το Αυστραλιανό Ινστιτούτο Αθλητισμού έχει επινοήσει ένα σύστημα βαθμολόγησης που αξιολογεί τα αθλητικά τρόφιμα και τα συστατικά συμπληρωμάτων σύμφωνα με το επίπεδο των επιστημονικών στοιχείων που υποστηρίζουν την αποτελεσματικότητά τους και την ασφάλεια, τη νομιμότητα και την αποτελεσματικότητά τους στη βελτίωση της αθλητικής απόδοσης (Australian Institute of Sport 2015).

4 Ιδιαίτεροι πληθυσμοί και συνθήκες

4.1 Χορτοφάγοι αθλητές

Οι αθλητές μπορούν να επιλέξουν να ακολουθήσουν μια χορτοφαγική διατροφή για διάφορους λόγους, συμπεριλαμβανομένων των εθνοτικών, θρησκευτικών και φιλοσοφικών τους πεποιθήσεων, προσωπικών εκτιμήσεων για την υγεία, διατροφικών προτιμήσεων, οικονομικών περιορισμών ή για να αποκρύψουν διαταραγμένες διατροφικές συνήθειες. Πριν γίνουν οποιοσδήποτε υποθέσεις, είναι σημαντικό να διερευνηθεί εάν ο χορτοφάγος αθλητής έχει σημάδια διαταραχής διατροφής ή διαγνωσμένο διατροφικό πρόβλημα (Garner 2004, American Psychiatric Association 2013). Μια χορτοφαγική διατροφή μπορεί να είναι διατροφικά επαρκής, καθώς περιλαμβάνει άφθονες ποσότητες φρούτων, λαχανικών, δημητριακών ολικής αλέσεως, ξηρών καρπών, προϊόντων σόγιας, φυτικών ινών και αντιοξειδωτικών (Craig, Mangels 2009). Επί του παρόντος, υπάρχει έλλειψη μελετών σχετικά με τον αντίκτυπο της μακροχρόνιας χορτοφαγίας στην αθλητική απόδοση μεταξύ των αθλητικών πληθυσμών (Berning 2014).

Τα διατροφικά ζητήματα για τη χορτοφαγία μπορεί να διαφέρουν ανάλογα με το επίπεδο των διατροφικών περιορισμών. Αυτές οι εκτιμήσεις περιλαμβάνουν ενέργεια, πρωτεΐνες, λίπη, σίδηρο, ψευδάργυρο, βιταμίνη B-12, ασβέστιο, n-3 λιπαρά οξέα (Craig, Mangels 2009) και πιθανές ελλείψεις στην πρόσληψη κρεατίνης και καρνοσίνης (Burke et al 2003). Οι χορτοφάγοι αθλητές μπορεί να είναι πιο επιρρεπείς σε μειωμένη οστική πυκνότητα και κατάγματα από στρες, οδηγώντας σε αυξημένο κίνδυνο (Wentz et al 2012). Περαιτέρω πρακτικά εμπόδια προκύπτουν κατά την προσπάθεια απόκτησης κατάλληλης διατροφής κατά τη διάρκεια ταξιδιών, γευμάτων

σε εστιατόρια και σε συμμετοχές σε κάμπινγκ αθλητών κατά τη διεξαγωγή μεγάλων αθλητικών διοργανώσεων. Οι χορτοφάγοι αθλητές θα μπορούσαν να επωφεληθούν από διεξοδικές διατροφικές αξιολογήσεις και οδηγίες για να διασφαλίσουν ότι τα γεύματά τους είναι διατροφικά επαρκή για την υποστήριξη των απαιτήσεων της προπόνησης και του ανταγωνισμού.

4.2 Ακραίες περιβαλλοντικές συνθήκες

Οι αθλητές πρέπει να κάνουν φυσιολογικές, συμπεριφορικές και τεχνολογικές προσαρμογές για να ξεπεράσουν ακραία περιβαλλοντικά εμπόδια όπως η ζέστη, το κρύο, η υγρασία και το υψόμετρο προκειμένου να αποδώσουν βέλτιστα. Οι περιβαλλοντικές αλλαγές προκαλούν θερμορρυθμιστική νευρωνική δραστηριότητα στον εγκέφαλο, η οποία οδηγεί σε αυξημένη απώλεια θερμότητας με εφίδρωση και αγγειοδιαστολή του δέρματος, πρόληψη απώλειας θερμότητας μέσω αγγειοσύσπασης του δέρματος ή πρόκληση αύξησης θερμοκρασίας μέσω ρίγους. Η συμπαθητική νευρική ενεργοποίηση προκαλεί διακυμάνσεις στη ροή του αίματος του δέρματος, η οποία με τη σειρά της επηρεάζει τη μεταφορά θερμότητας μεταξύ του οργανισμού και του δέρματος. Αυτός ο μηχανισμός βοηθά στη ρύθμιση της θερμοκρασίας του οργανισμού σε κατάλληλο επίπεδο. Ιδιαίτερες εκτιμήσεις προκύπτουν όταν πρόκειται για θέματα που σχετίζονται με τη διατροφή κατά την άσκηση σε ζεστές ή κρύες συνθήκες (American College of Sports Medicine et al 2007, Meyer et al 2011, Cheuvront et al 2014).

4.2.1 Μεγάλα ύψη

Η έκθεση σε υψόμετρο, η οποία αναφέρεται σε τακτική ή διακοπτόμενη έκθεση σε υψόμετρα μεγαλύτερα από 2.000 μέτρα (6.600 πόδια), μπορεί να είναι μια

έκτακτη έκθεση ενός αθλητή ή απλώς το καθημερινό προπονητικό του περιβάλλον (Ross, Martin 2015). Ο πρωταρχικός στόχος των εξειδικευμένων μέσων προπόνησης σε υψόμετρο είναι η φυσική αύξηση της μάζας των ερυθρών αιμοσφαιρίων (ερυθροποίηση), επιτρέποντας έτσι τη μεταφορά μεγαλύτερης ποσότητας οξυγόνου στην κυκλοφορία του αίματος, βελτιώνοντας τελικά τις αθλητικές επιδόσεις (Koehle et al 2014). Κατά την πρώτη προπόνηση σε μεγάλο υψόμετρο, παρατηρείται μείωση της ποσότητας του υγρού στο αίμα (όγκος πλάσματος), που συνοδεύεται από αύξηση της συγκέντρωσης της πρωτεΐνης αιμοσφαιρίνης που μεταφέρει οξυγόνο. Με την πάροδο του χρόνου, παρατηρείται σταδιακή αύξηση της μάζας των ερυθρών αιμοσφαιρίων και του όγκου του αίματος, με αποτέλεσμα μεγαλύτερη ικανότητα μεταφοράς οξυγόνου (Bergeron et al 2012). Ωστόσο, είναι σημαντικό να υπάρχουν επαρκή αποθέματα σιδήρου πριν από την άσκηση σε υψόμετρο, προκειμένου να διευκολυνθούν οι αιματολογικές προσαρμογές (Bergeron et al 2012). Οι αθλητές μπορεί να χρειαστεί να καταναλώνουν γεύματα πλούσια σε σίδηρο, με ή χωρίς συμπλήρωμα σιδήρου, πριν και κατά τη διάρκεια της έκθεσης σε μεγάλα υψόμετρα.

Η παρατεταμένη ή επαναλαμβανόμενη έκθεση σε περιβάλλον μεγάλου υψομέτρου μπορεί να αυξήσει την πιθανότητα ασθένειας, λοίμωξης και ανεπαρκούς προσαρμογής στη σωματική δραστηριότητα λόγω της άμεσης επίδρασης της χαμηλής ατμοσφαιρικής πίεσης και των μειωμένων επιπέδων οξυγόνου, των ασυνήθιστων επιπέδων προπόνησης, των διαταραχών του ύπνου και της αυξημένης έκθεσης στο υπεριώδες φως (Meyer et al 2011). Το υψηλότερο υψόμετρο ενισχύει τα συμπτώματα και απαιτεί αυξημένο εγκλιματισμό για να μετριαστεί ο κίνδυνος ναυτίας στο υψόμετρο. Η βέλτιστη διατροφή είναι ζωτικής σημασίας για τη μεγιστοποίηση των

επιθυμητών αποτελεσμάτων της προπόνησης σε υψόμετρο ή για τη διατήρηση της παρατεταμένης έκθεσης σε περιβάλλον μεγάλου υψομέτρου.

Τα κύρια θέματα που σχετίζονται με τη διατροφή περιλαμβάνουν την επάρκεια ενέργειας, υδατανθράκων, πρωτεϊνών, νερού, σιδήρου και τροφών πλούσιων σε αντιοξειδωτικά στη διατροφή του ατόμου (Koehle et al 2014). Η αφυδάτωση είναι πιο πιθανό να συμβεί σε μεγάλα υψόμετρα λόγω διούρησης, μεγαλύτερου αερισμού, χαμηλής υγρασίας και απώλειας ιδρώτα που προκαλείται από την άσκηση. Σύμφωνα με ορισμένους ειδικούς, η συνιστώμενη ημερήσια πρόσληψη υγρών μπορεί να φτάσει τα 4 έως 5 λίτρα όταν υπάρχει συμμετοχή σε προπόνηση και αγώνες. Ωστόσο, άλλοι ειδικοί συμβουλεύουν να παρακολουθεί κανείς την κατάσταση ενυδάτωσης μεμονωμένα για να καθορίσει τις συγκεκριμένες απαιτήσεις σε υγρά σε μεγάλα υψόμετρα (Koehle et al 2014).

4.2.2 Θερμά περιβάλλοντα

Όταν η θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι υψηλότερη από τη θερμοκρασία του σώματος, το σώμα δεν είναι σε θέση να απελευθερώσει θερμότητα. Επιπλέον, η ικανότητα ψύξης μέσω της εξάτμισης του ιδρώτα μειώνεται σημαντικά όταν η υγρασία είναι υψηλή (American College of Sports Medicine et al 2007, Cheuvront et al 2014). Η έκθεση στη θερμότητα μπορεί να οδηγήσει σε αλλαγές στην όρεξη και να έχει σημαντικές συνέπειες για την υγεία, όπως θερμική εξάντληση και θερμοπληξία λόγω καταπόνησης. Η θερμική εξάντληση ορίζεται ως η αδυναμία διατήρησης επαρκούς ποσότητας αίματος που αντλείται από την καρδιά λόγω του στρες της άσκησης σε συνθήκες ζέστης, με αποτέλεσμα υψηλές θερμοκρασίες δέρματος και πιθανώς υπερθερμία (θερμοκρασία σώματος πάνω από 38,5°C).

Οι ενδείξεις θερμικής εξάντλησης μπορεί να περιλαμβάνουν αισθήματα ανησυχίας, ίλιγγο και απώλεια συνείδησης. Η θερμοπληξία, που χαρακτηρίζεται από θερμοκρασία του οργανισμού πάνω από 40°C, είναι μια εξαιρετικά σοβαρή κατάσταση που μπορεί να οδηγήσει σε δυσλειτουργία πολλαπλών οργάνων, συμπεριλαμβανομένου του οιδήματος του εγκεφάλου. Τα συμπτώματα αυτής της πάθησης περιλαμβάνουν ανωμαλίες στο κεντρικό νευρικό σύστημα, παραλήρημα και σπασμούς, που την καθιστούν δυνητικά απειλητική για τη ζωή (Watson et al 2005, Cheuvront et al 2014)

Οι αθλητές που συμμετέχουν σε δραστηριότητες αντοχής που διεξάγονται σε υψηλές θερμοκρασίες, όπως αγώνες τένις ή μααραθώνιους, καθώς και εκείνοι που πρέπει να φορούν επιπλέον ρούχα, όπως οι Αμερικανοί παίκτες ποδοσφαίρου ή οι αθλητές BMX, είναι πιο ευαίσθητοι σε ασθένειες που σχετίζονται με τη ζέστη (Mountjoy et al 2012). Για τον μετριασμό των καρδιαγγειακών και υπερθερμικών προκλήσεων που μπορεί να εμποδίσουν την αθλητική απόδοση σε συνθήκες ζέστης, είναι απαραίτητο να εφαρμόζονται τακτικές που μειώνουν τις υψηλές θερμοκρασίες του δέρματος και ελαχιστοποιούν την υπερβολική απώλεια ιδρώτα και ηλεκτρολυτών. Οι αθλητές που είναι ευαίσθητοι σε ασθένειες που σχετίζονται με τη ζέστη θα πρέπει να παρακολουθούνται με συνέπεια (American College of Sports Medicine et al 2007, Cheuvront et al 2014). Οι αποτελεσματικές τακτικές θα πρέπει να περιλαμβάνουν εγκλιματισμό, εξατομικευμένες τεχνικές ενυδάτωσης, συνεπή παρακολούθηση των επιπέδων ενυδάτωσης, έναρξη άσκησης ενώ είναι επαρκώς ενυδατωμένοι, λήψη κρύων υγρών κατά τη διάρκεια της φυσικής δραστηριότητας και ίσως και πηγές ηλεκτρολυτών (American College of Sports Medicine et al 2007, Cheuvront et al 2014).

4.2.3 Ψυχρά περιβάλλοντα

Η βέλτιστη διατροφική υποστήριξη είναι ζωτικής σημασίας για την αντιμετώπιση των διαφόρων διατροφικών ζητημάτων που προκύπτουν κατά την αθλητική απόδοση σε ψυχρές καταστάσεις. Απαιτείται προσεκτικός σχεδιασμός προκειμένου να εξασφαλιστούν τα καλύτερα δυνατά αποτελέσματα. Πολλά αθλήματα περιλαμβάνουν προπόνηση και ανταγωνισμό σε συνθήκες παγετού, συμπεριλαμβανομένων αθλητών αντοχής όπως σκιέρ. Επιπλέον, οι ξαφνικές και σημαντικές αλλαγές στο περιβάλλον μπορούν να μετατρέψουν γρήγορα μια δραστηριότητα με ζεστό καιρό, όπως ένας αγώνας ορεινής ποδηλασίας cross country ή τρίαθλο, σε εξαιρετικά κρύες συνθήκες. Αυτό μπορεί να πιάσει απροετοίμαστους αθλητές, αναγκάζοντάς τους να αγωνιστούν στο κρύο.

Τα κύρια ζητήματα κατά την άσκηση σε ψυχρό κλίμα είναι η διασφάλιση της σωστής ενυδάτωσης και η ρύθμιση της θερμοκρασίας του σώματος (Cheuvront et al 2014). Ωστόσο, η παραγωγή θερμότητας μέσω της άσκησης και η χρήση κατάλληλης ενδυμασίας είναι συνήθως αποτελεσματικά στη μείωση της απαγωγής θερμότητας (Meyer et al 2011, Cheuvront et al 2014). Οι αθλητές μπορούν να υπομείνουν σε ακραίες συνθήκες κρύου προκειμένου να επιτύχουν αθλητική επιτυχία εάν είναι κατάλληλα προετοιμασμένοι, γεγονός που περιλαμβάνει την αφαίρεση των υγρών ρούχων και τη διατήρηση των μυών τους ζεστούς μετά το ζέσταμα. Οι αθλητές με μικρότερες και πιο αδύνατες σωματικές συνθέσεις είναι πιο επιρρεπείς στην υποθερμία επειδή παράγουν περισσότερη θερμότητα για να διατηρήσουν τη θερμοκρασία του οργανισμού τους και έχουν λιγότερη μόνωση λόγω χαμηλότερων επιπέδων σωματικού λίπους. Μεταβολικά, οι ενεργειακές ανάγκες του σώματος, ειδικά από υδατάνθρακες, αυξάνονται, ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια του ρίγους,

προκειμένου να διατηρηθεί η εσωτερική θερμοκρασία του σώματος (Meyer et al 2011, Cheuvront et al 2014).

Διάφοροι παράγοντες μπορούν να αυξήσουν την πιθανότητα υποϋδάτωσης κατά τη διάρκεια της άσκησης στο κρύο, όπως διούρηση που προκαλείται από κρύο, μειωμένη αντίληψη δίψας, μειωμένη διάθεση για ποτό, περιορισμένη διαθεσιμότητα υγρών, σκόπιμος περιορισμός της πρόσληψης υγρών για ελαχιστοποίηση της ούρησης, υπερβολική εφίδρωση λόγω υπερβολικής χρήσης στρώσεων ρουχισμού και αυξημένη αναπνοή που προκαλείται από την έκθεση σε μεγάλα υψόμετρα.

Σε ψυχρές συνθήκες, μια μείωση του σωματικού βάρους κατά 2% έως 3% λόγω αφυδάτωσης έχει λιγότερο αρνητικό αντίκτυπο στις επιδόσεις αντοχής σε σύγκριση με παρόμοιες απώλειες που συμβαίνουν σε συνθήκες ζέστης (American College of Sports Medicine et al 2007, Meyer et al 2011, Cheuvront et al 2014). Η έντονη έκθεση στο κρύο μπορεί να δημιουργήσει ισχυρότερες προκλήσεις στις ημέρες προπόνησης σε σχέση με τους αγώνες λόγω της πιθανότητας μεγαλύτερης διάρκειας των προπονήσεων. Επιπλέον, οι διαχειριστές μπορεί να αναβάλουν τους αγώνες σε κακές καιρικές συνθήκες, αλλά οι αγωνιζόμενοι μπορούν να επιλέξουν να προπονηθούν σε συγκρίσιμες συνθήκες. Είναι σημαντικό να αξιολογείται συχνά η πρόσληψη θερμίδων, μακροθρεπτικών συστατικών και υγρών των αθλητών και να παρακολουθούνται οι αλλαγές στο σωματικό βάρος και η κατάσταση ενυδάτωσης κατά τη διάρκεια της άσκησης τόσο σε ζεστές όσο και σε κρύες καταστάσεις. Η παροχή πληροφοριών στους αθλητές σχετικά με την προσαρμογή της κατανάλωσης ενέργειας και υδατανθράκων, καθώς και τεχνικών αποκατάστασης, με βάση τις προπονητικές και αγωνιστικές απαιτήσεις τους, ενισχύει την προπονητική τους προσαρμογή και βοηθά στη διατήρηση της συνολικής τους υγείας. Η παροχή

πρακτικής καθοδήγησης σχετικά με την προετοιμασία και την επιλογή κατάλληλων τροφών και υγρών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν κατά την έκθεση σε χαμηλές θερμοκρασίες μπορεί να βοηθήσει τους αθλητές να χειριστούν αποτελεσματικά τις ακραίες καιρικές συνθήκες.

5 Διατροφικές παρεμβάσεις σε συγκεκριμένα αθλήματα

Το παρόν κεφάλαιο αναφέρεται σε αποτελέσματα μελετών όσον αφορά τις διατροφικές ανάγκες αθλητών συγκεκριμένων αθλημάτων. Είναι σαφές ότι το είδος της προπόνησης και οι απαιτήσεις των αγώνων διαφοροποιούνται ανάλογα με το είδος του κάθε αθλήματος.

5.1 Μαχητικά αθλήματα

Τα μαχητικά αθλήματα (CS) αναφέρονται σε δραστηριότητες που συνεπάγονται ή προσομοιωμένη σωματική επαφή μεταξύ δύο συμμετεχόντων, που διέπονται από ορισμένους κανόνες. Οι περισσότεροι αθλητές μπορούν να κατηγοριοποιηθούν με βάση το βάρος τους. Μερικά από αυτά τα αθλήματα αναγνωρίζονται από τη διεθνή Ολυμπιακή Επιτροπή και λαμβάνουν εκτενέστερη έρευνα και ανάλυση. Άλλοι συνδέονται με παραδοσιακές τέχνες κυρίως από την Ασία.

Από αθλητική άποψη, τα CS θα πρέπει να θεωρούνται αθλήματα που συνδυάζουν στοιχεία από άλλους κλάδους. Πράγματι, αυτή η δραστηριότητα απαιτεί ένα ορισμένο επίπεδο δύναμης, αλλά απαιτεί επίσης ταχύτητα και ακρίβεια στην εκτέλεση. Οι αγώνες απαιτούν μεγάλο εύρος κίνησης, καθιστώντας την ευελιξία και την ελαστικότητα καθοριστικής σημασίας. Κατά συνέπεια, η προπόνηση πρέπει να περιλαμβάνει όχι μόνο τεχνικές πτυχές αλλά και την ανάπτυξη δύναμης, ευελιξίας, τεχνικής και αντοχής. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η επαφή είναι συστατικό της προπόνησης σε όλα τα αθλήματα. Ως εκ τούτου, είναι σημαντικό να μπορεί να γίνει διαχείριση τραυματισμών όπως μώλωπες και διαστρέμματα, σε μεγαλύτερη έκταση σε σύγκριση με άλλα αθλήματα. Κατά συνέπεια, θα πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη

προσοχή στους τένοντες, στους συνδέσμους και γενικά στις αρθρώσεις (Barley et al 2019, Burke et al 2021, Crisafulli et al 2009, Drid 2017).

5.1.1 Διατροφικά συμπληρώματα

Θα επικεντρωθούμε σε συμπληρώματα διατροφής που υποστηρίζονται από επιστημονικά στοιχεία για τη χρήση τους σε CS. Θα παρουσιάσουμε συγκεκριμένες μελέτες και δημοσιεύσεις που διερευνούν τη χρήση συμπληρωμάτων σε CS.

5.1.1.1 Πρωτεΐνες

Οι σκόνες πρωτεΐνης, που προέρχονται από διαφορετικές πηγές, καταναλώνονται ευρέως ως συμπληρώματα διατροφής. Ωστόσο, δεν έχουν αποδεδειγμένα αποτελέσματα στη βελτίωση της απόδοσης. Υπάρχει έλλειψη ειδικών μελετών όσον αφορά τις σκόνες πρωτεΐνης. Συνιστάται να τα χρησιμοποιούνται μόνο εάν δεν μπορεί να καλυφθεί η απαραίτητη ημερήσια πρόσληψη πρωτεΐνης η οποία έχει αποδειχθεί ότι είναι 1,5-2 γραμμάρια ανά κιλό σωματικού βάρους (Kreider 2019, Trexler et al 2015, Maughan R et al 2018).

5.1.1.2 β-υδροξυ-β-μεθυλοβουτυρικό (HMB)

Το β-υδροξυ-β-μεθυλοβουτυρικό είναι ένα υποπροϊόν της λευκίνης που σχηματίζεται μέσω του α-κετοϊσοκαπροϊκού. Αν και υπάρχει σημαντικός όγκος έρευνας για αυτήν την ένωση, ο ακριβής μηχανισμός δράσης της παραμένει ασαφής. Ωστόσο, έχει βρεθεί ότι έχει αντι-καταβολικά και αναβολικά αποτελέσματα, ενδεχομένως με τη διατήρηση της λευκίνης. Θεωρείται ασφαλές για χρήση χωρίς αξιοσημείωτες παρενέργειες, αλλά είναι αρκετά ακριβό σε σύγκριση με άλλα συμπληρώματα. Επιπλέον, μπορεί να χρησιμεύσει ως πρόδρομος για τη σύνθεση χοληστερόλης. Η συνιστώμενη δοσολογία είναι 38-40 mg ανά κιλό σωματικού

βάρους την ημέρα, λαμβανόμενη περίπου την ώρα της προπόνησης και φαίνεται να είναι πιο αποτελεσματικό σε άτομα που δεν είναι εκπαιδευμένα (Gepner et al 2019). Η σημαντικότητα χρήσης αυτής της ένωσης σε προπονήσεις δύναμης και/ή υψηλής έντασης υποστηρίζεται από την βιβλιογραφία (Gepner et al 2019, Albert et al 2015, Sanchez-Martinez et al 2018).

5.1.1.3 Βιταμίνη C

Η βιταμίνη C είναι ευρέως αναγνωρισμένη για τις αντιοξειδωτικές της ιδιότητες και είναι ζωτικής σημασίας για το σχηματισμό κολλαγόνου και την προώθηση του τροφισμού των αιμοφόρων αγγείων (Kreider 2019). Ο πρωταρχικός σκοπός της χρήσης αντιοξειδωτικών, ιδιαίτερα για αθλητές που ασχολούνται με δραστηριότητες υψηλής έντασης όπως τα CS, είναι η ρύθμιση των επιπέδων των ελεύθερων ριζών (ROS) (Petersen et al 2001). Τα αντιοξειδωτικά παρέχουν επίσης υποστήριξη στο ανοσοποιητικό σύστημα, ειδικά μετά από παρατεταμένες δραστηριότητες αντοχής ή πολύ έντονες προπονήσεις (Nieman 2001). Συνιστάται η αξιολόγηση της πρόσληψης αντιοξειδωτικών μέσω της διατροφής και η λήψη συμπληρωμάτων με ημερήσια δόση 500-1000 mg.

5.1.1.4 Ωμέγα 3 λιπαρά οξέα

Οι αντιφλεγμονώδεις επιδράσεις του δοκοσαεξανοϊκού οξέος (DHA) και του εικοσαπεντανοϊκού οξέος (EPA) υποστηρίζονται έντονα από την επιστημονική έρευνα και αυτά τα λιπαρά οξέα έχουν βρεθεί ότι μπορούν να βοηθήσουν σε πολλά αθλήματα (Gammone et al 2018, Corder et al 2016, Filaire et al 2010). Επίσης η συμπερίληψη των DHA και EPA στα μαχητικά αθλήματα θα μπορούσε να έχει σημαντικό αντίκτυπο στην ενίσχυση της διαδικασίας αποκατάστασης τραυματικών

εγκεφαλικών κακώσεων, που είναι κοινές σε CS όπως η πυγμαχία ή το Muay Thai. Επομένως, συνιστάται ανεπιφύλακτα η καθημερινή κατανάλωση τουλάχιστον 1g DHA + EPA.

5.1.1.5 Νιτρικά

Μέσα σε ένα περιβάλλον πλούσιο σε αντιοξειδωτικά, τα νιτρικά άλατα μετατρέπονται σε μόρια μονοξειδίου του αζώτου. Αυτή η μετατροπή διευκολύνει τη μείωση της δαπάνης οξυγόνου κατά τη διάρκεια της φυσικής δραστηριότητας, οδηγώντας σε αυξημένη αντοχή και απόδοση στην άσκηση (Haynes et al 2021, Senefeld et al 2020, San Juan et al 2020). Η συνιστώμενη δόση νιτρικών θα πρέπει να είναι μεταξύ 50 και 75 mg, λαμβανόμενη 90-180 λεπτά πριν από την άσκηση, κατά προτίμηση με βιταμίνη C. Αυτή η προσέγγιση φαίνεται να είναι πιο αποτελεσματική για άτομα που δεν είναι εκπαιδευμένα ή συμμετέχουν σε ψυχαγωγική σωματική δραστηριότητα (San Juan et al 2020, de Oliveira et al 2020).

5.2 Αθλητές στίβου

5.2.1 Διατροφή για την αντιμετώπιση μυϊκών τραυματισμών

5.2.1.1 Βιταμίνη D

Είναι ευρέως γνωστό ότι ένας σημαντικός αριθμός αθλητών υποφέρει από ανεπάρκεια βιταμίνης D ως αποτέλεσμα της ανεπαρκούς έκθεσης στο ηλιακό φως. Πρόσφατα ευρήματα δείχνουν ότι τα ανεπαρκή επίπεδα βιταμίνης D μπορούν να εμποδίσουν τη διαδικασία αναγέννησης των μυών μετά από έντονη άσκηση, τόσο σε εργαστηριακό περιβάλλον όσο και σε ζωντανούς οργανισμούς. Για το λόγο αυτό προτείνεται μια ημερήσια δόση 2.000–4.000 IU βιταμίνης D3 κατά τους χειμερινούς

μήνες έτσι ώστε το επίπεδο της 25-υδροξυβιταμίνης D στο αίμα των αθλητών είναι υψηλότερο από 75 nmol/L (Owens et al. 2015, 2018).

5.2.1.2 Βιταμίνες C και E

Υπάρχει η αντίληψη ότι η υψηλότερη παραγωγή ελεύθερων ριζών οδηγεί σε μεγαλύτερη μυϊκή βλάβη μετά την άσκηση, και ως αποτέλεσμα, τα συμπληρώματα που περιέχουν βιταμίνες C και E θα μπορούσαν ενδεχομένως να παρατείνουν το χρόνο που απαιτείται για την αποκατάσταση. Ωστόσο, η επιστημονική βιβλιογραφία προτείνει ότι οι βιταμίνες C και E έχουν περιορισμένη ικανότητα να μειώνουν τον τραυματισμό των μυών ή να ενισχύουν την ανάρρωση (Close et al. 2005, Cobley et al. 2015, Owens et al. 2019).

5.2.1.3 Πολυφαινόλες

Οι πολυφαινόλες υποτίθεται ότι μετριάζουν τη μυϊκή βλάβη που προκύπτει από φλεγμονή και ενισχύουν τη δημιουργία ελεύθερων ριζών. Τα κεράσια Montmorency, επιστημονικά γνωστά ως *Prunus cerasus*, πιστεύεται ότι ενισχύουν την ταχύτητα με την οποία η μυϊκή λειτουργία ανακτάται μετά από βλάβη. Είναι επίσης γνωστό ότι ανακουφίζουν τον μυϊκό πόνο και τη φλεγμονή, ιδιαίτερα σε αθλητές που καταναλώνουν δίαιτα χαμηλή σε πολυφαινόλες. Η κατανάλωση μιας δίαιτας που είναι άφθονη σε πολυφαινόλες, που βρίσκονται στα φρούτα και τα λαχανικά, μπορεί να είναι η πιο αποτελεσματική προσέγγιση για την ενίσχυση της αποκατάστασης από την έντονη άσκηση, σε αντίθεση με τη χρήση συγκεκριμένων συμπληρωμάτων (Bell et al. 2015, Peeling et al. 2018).

5.2.1.4 Κρεατίνη

Η μονοϋδρική κρεατίνη είναι μια εξαιρετικά δημοφιλής ουσία που χρησιμοποιείται συνήθως για την ενίσχυση της δύναμης και την αύξηση της μυϊκής ανάπτυξης. Το συμπλήρωμα έχει αποδειχθεί ότι ελαττώνει τη μείωση της μυϊκής μάζας και της δύναμης του άνω βραχίονα κατά τη διάρκεια της ακινησίας των άκρων, καθώς και ενισχύει τη μυϊκή υπερτροφία μετά την ακινητοποίηση των κάτω άκρων. Η συνιστώμενη δόση είναι 20 γραμμάρια την ημέρα για διάρκεια 5 ημερών και στη συνέχεια μειωμένη δόση 5 γραμμαρίων την ημέρα (Hespel et al. 2001, Johnston et al. 2009).

5.2.2 Διατροφή για την αντιμετώπιση τραυματισμών των οστών

Τα κατάγματα από την ένταση, τα οποία έχουν μια ξεχωριστή αιτία από τα κατάγματα επαφής, είναι ένας διαδεδομένος τύπος τραυματισμού των οστών που βιώνουν οι αθλητές. Τα κατάγματα εξ επαφής, από την άλλη, είναι εξίσου διαδεδομένα, ειδικά στα αθλήματα επαφής. Τα κατάγματα λόγω πίεσης είναι τραυματισμοί των οστών που προκύπτουν από την επαναλαμβανόμενη και υπερβολική εφαρμογή μηχανικής φόρτισης με τρόπο που είναι ακριβώς κάτω από το όριο πρόκλησης βλάβης (McBryde, 1985). Ως εκ τούτου, οι αθλητές που επιδίδονται σε έντονη προπόνηση που περιλαμβάνει μεγάλο αριθμό ασκήσεων και βάζει πολύ βάρος στο σώμα τους είναι ιδιαίτερα επιρρεπείς στο να αναπτύξουν κατάγματα λόγω έντασης. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική απώλεια χρόνου από τις προπονήσεις (Fredericson et al., 2007; Ranson et al., 2010). Η αιτιολογία των καταγμάτων από ένταση είναι περίπλοκη και δεν είναι πλήρως κατανοητή (Bennell et al., 1999), ωστόσο, αρκετές έρευνες έχουν προτείνει ότι οι διατροφικές ελλείψεις μπορεί να θεωρηθούν ως παράγοντας προδιάθεσης (Moran et al., 2012). Ωστόσο,

υπάρχουν περιορισμένα σαφή δεδομένα σχετικά με τον αντίκτυπο της δίαιτας και της διατροφής στην πρόληψη ή την επούλωση τραυματισμών των οστών.

Ο Palacios (2006) προσφέρει μια συνοπτική επισκόπηση των απαραίτητων θρεπτικών συστατικών για τη διατήρηση της υγείας των οστών, τα οποία περιλαμβάνουν επαρκή πρόσληψη ασβεστίου, πρωτεϊνών, μαγνησίου, φωσφόρου, βιταμίνης D, καλίου και φθορίου για άμεση διευκόλυνση της διαδικασίας παραγωγής οστών. Πρόσθετα απαραίτητα μέταλλα για τη διατήρηση της ακεραιότητας του οστικού ιστού είναι το μαγγάνιο, ο χαλκός, το βόριο, ο σίδηρος, ο ψευδάργυρος, η βιταμίνη A, η βιταμίνη K, η βιταμίνη C και οι βιταμίνες του συμπλέγματος B. Επιπλέον, το πυρίτιο μπορεί να συμπεριληφθεί σε αυτή τη συλλογή βασικών θρεπτικών συστατικών για τη διατήρηση της βέλτιστης υγείας των οστών. Ως εκ τούτου, η πρόσληψη γαλακτοκομικών προϊόντων, φρούτων και λαχανικών (ιδιαίτερα εκείνων με πράσινα φυλλώδη χαρακτηριστικά) αναμένεται να χρησιμεύσει ως ευεργετικές πηγές των πρωτογενών θρεπτικών συστατικών που προάγουν την υγεία των οστών.

Η πιο σημαντική ανησυχία για τους αθλητές είναι πιθανώς η πρόληψη της χαμηλής διαθεσιμότητας ενέργειας, καθώς είναι ζωτικής σημασίας να αποτραπούν οι δυσμενείς επιπτώσεις στην υγεία των οστών (Papageorgiou et al., 2018a, 2018b). Οι Ihle και Loucks (2004) ήταν πρωτοπόροι στην απεικόνιση ότι η παραγωγή οστού μειώνεται όταν η διαθεσιμότητα ενέργειας (EA) είναι στα $30 \text{ kcal} \cdot \text{kg LBM}^{-1} \cdot \text{day}^{-1}$. Περαιτέρω σημαντικές μειώσεις στη διαθεσιμότητα ενέργειας σε $10 \text{ kcal} \cdot \text{kg LBM}^{-1} \cdot \text{day}^{-1}$ οδήγησαν σε ταυτόχρονη μείωση του σχηματισμού οστού και αύξηση της οστικής απορρόφησης, η οποία προκάλεσε πιθανώς επιζήμια επίδραση στο οστό. Αυτό φαίνεται να είναι ένα σημαντικό ζήτημα, ειδικά εάν επιμένει για μεγάλο

χρονικό διάστημα, καθώς ορισμένες αθλήτριες που εμφανίζουν αμηνόρροια έχει βρεθεί ότι έχουν ενεργειακές διαθεσιμότητες περίπου $16 \text{ kcal} \cdot \text{kg LBM}^{-1} \cdot \text{day}^{-1}$ (Thong et al. , 2000). Έρευνα έδειξε ότι μια περίοδος 5 ημερών με χαμηλή διαθεσιμότητα ενέργειας ($15 \text{ kcal} \cdot \text{kg LBM}^{-1} \cdot \text{day}^{-1}$) είχε ως αποτέλεσμα μείωση του σχηματισμού οστών και αύξηση της οστικής απορρόφησης μεταξύ των γυναικών. Ωστόσο, ο αντίκτυπος στους άνδρες δεν ήταν τόσο σημαντικός, αν και ορισμένοι άνδρες εξακολουθούσαν να επηρεάζονται (Papageorgiou et al., 2017). Για τους αθλητές, τίθεται το δίλημμα εάν η επίδραση της ανεπαρκούς πρόσληψης ενέργειας στην υγεία των οστών οφείλεται σε διατροφικούς περιορισμούς ή σε υπερβολική κατανάλωση ενέργειας κατά την άσκηση. Μια πρόσφατη μελέτη των Papageorgiou et al (2018b) διερεύνησε τον αντίκτυπο μιας περιόδου 3 ημερών μειωμένης διαθεσιμότητας ενέργειας (σε $15 \text{ kcal} \cdot \text{kg LBM}^{-1} \cdot \text{ημέρα}^{-1}$) που λαμβάνεται μέσω διατροφής ή άσκησης στους δείκτες οστικής ανανέωσης σε σωματικά δραστήριες γυναίκες με κανονικούς εμμηνορροϊκούς κύκλους. Η ανεπαρκής διατροφική πρόσληψη ενέργειας που οδηγεί σε χαμηλή ενεργειακή διαθεσιμότητα (EA) προκάλεσε μείωση της οστικής παραγωγής χωρίς να επηρεάζει την οστική απορρόφηση. Αντίθετα, η χαμηλή EA που προκύπτει από την άσκηση δεν είχε σημαντική επίδραση στον μεταβολισμό των οστών. Αυτό τονίζει τον κρίσιμο ρόλο της σωστής πρόσληψης τροφής για τους αθλητές.

Πολλαπλές μελέτες, συμπεριλαμβανομένων εκείνων για την Τριάδα Γυναικών Αθλητών (Nattiv et al., 2007) και τη Σχετική Ενεργειακή Ανεπάρκεια στα Αθλητικά Σύνδρομα (Mountjoy et al., 2014), παρέχουν στοιχεία για τον αρνητικό αντίκτυπο της χαμηλής διαθεσιμότητας ενέργειας στην υγεία των οστών, ιδιαίτερα σε αθλήτριες. Η

τελευταία έρευνα υποδηλώνει επίσης ότι αυτό το ζήτημα μπορεί να επηρεάσει και τους άνδρες αθλητές.

Η διασφάλιση σταθερής ενεργειακής διαθεσιμότητας $45 \text{ kcal} \cdot \text{kg LBM}^{-1} \cdot \text{day}^{-1}$ είναι ζωτικής σημασίας για τη μεγιστοποίηση της υγείας των οστών στους αθλητές και ενδεχομένως την πρόληψη τραυματισμών των οστών. Ωστόσο, αυτός ο στόχος είναι πιθανό να είναι ανέφικτος για πολλές ομάδες αθλητών, ειδικά αθλητές αντοχής, όπως ποδηλάτες δρόμου, δρομείς μααραθωνίου ή τριαθλητές. Αυτοί οι αθλητές έχουν υψηλή κατανάλωση ενέργειας κατά τη διάρκεια της προπόνησης και το πρόγραμμα προπόνησής τους περιορίζει τον διαθέσιμο χρόνο για ανεφοδιασμό. Η επίτευξη αυτού του στόχου μπορεί να αποδειχθεί πρόκληση για τους νέους αθλητές με περιορισμένο χρόνο διατροφής λόγω των ταυτόχρονων απαιτήσεων ακαδημαϊκών υποχρεώσεων και προπόνησης. Επιπλέον, πιστεύεται ότι η έλλειψη θερμίδων είναι αυτό που οδηγεί στα χαρακτηριστικά αντοχής σε αυτούς τους αθλητές. Ως εκ τούτου, είναι σημαντικό να καθοριστεί το ελάχιστο επίπεδο πρόσληψης ενέργειας που δεν έχει καμία επιβλαβή επίδραση στην υγεία των οστών. Ωστόσο, μια πρόσφατη ανάλυση μιας αθλήτριας αντοχής με υψηλή δεξιότητα, διάρκειας 9 ετών, αποκάλυψε ότι είναι εφικτό να προπονείται ελαφρώς πάνω από το ιδανικό βάρος για αγώνες, διατηρώντας παράλληλα επαρκή επίπεδα ενέργειας για το μεγαλύτερο μέρος του έτους. Στη συνέχεια, η πρόσληψη θερμίδων μπορεί να μειωθεί κατά τη διάρκεια συγκεκριμένων περιόδων για να επιτευχθεί το επιθυμητό βάρος αγώνα (Stellingwerff, 2018). Αυτή η προσέγγιση μπορεί να χρησιμεύσει ως η βέλτιστη τεχνική για να μπορέσουν οι αθλητές να αγωνίζονται με το βέλτιστο βάρος τους, ενώ παράλληλα προπονούνται μερικές φορές με περιορισμένη διαθεσιμότητα ενέργειας για να βελτιώσουν τα

χαρακτηριστικά αντοχής τους, χωρίς να υποβάλλονται σε επικίνδυνα χαμηλή ενεργειακή διαθεσιμότητα καθ' όλη τη διάρκεια του έτους.

Η εμφάνιση καταγμάτων έντασης συνδέθηκε με προηγούμενες διατροφικές ανεπάρκειες, συμπεριλαμβανομένων όχι μόνο των ανεπαρκών επιπέδων βιταμίνης D και ασβεστίου, αλλά και της ανεπαρκούς κατανάλωσης υδατανθράκων. Παρά το γεγονός ότι είναι μια ανάλυση συσχέτισης μικρής κλίμακας, αυτά τα ευρήματα προσφέρουν κάποια ένδειξη πιθανών διατροφικών παραγόντων κινδύνου για βλάβη από κατάγματα λόγω στρες. Οι Miller et al. (2016) έδειξαν επίσης ότι οι αθλητές με χαμηλά επίπεδα κυκλοφορούντος 25(OH)D₃, που είναι ένα μέτρο της κατάστασης της βιταμίνης D, έχουν υψηλότερο κίνδυνο κατάγματος λόγω έντασης. Επιπλέον, πρόσθετη έρευνα έχει δείξει μια συσχέτιση μεταξύ της κατανάλωσης ασβεστίου και της πυκνότητας των μετάλλων των οστών (Myburgh et al., 1990) καθώς και της πιθανότητας εμφάνισης καταγμάτων έντασης (Nieves et al., 2010) μεταξύ των αθλητών. Από την άλλη πλευρά, η έρευνα έχει δείξει ότι οι αθλητές που λαμβάνουν 800 IU/ημέρα βιταμίνης D και 2.000 mg συμπληρωμάτων ασβεστίου μπορούν να μειώσουν τις πιθανότητές τους να έχουν κάταγμα λόγω έντασης (Lappe et al., 2008). Αν και αυτά τα αρχικά ευρήματα είναι πολλά υποσχόμενα, εξακολουθούν να υπάρχουν περιορισμένες προοπτικές μελέτες που αξιολογούν την ιδανική κατανάλωση ασβεστίου και βιταμίνης D στους αθλητές είτε για (α) πρόληψη καταγμάτων έντασης είτε (β) για την προώθηση της αποκατάστασης των οστών (Fischer et al. 2018).

Ένας άλλος παράγοντας που πρέπει να λάβεται υπόψη όταν πρόκειται για την πρόσληψη ασβεστίου από αθλητές αντοχής (και πιθανώς ανταγωνιστές κατάταξης βάρους που χρησιμοποιούν μεθόδους αφυδάτωσης για να καλύψουν τις απαιτήσεις

βάρους) είναι η μακροχρόνια απώλεια ασβεστίου μέσω του δέρματος. Ενώ η απώλεια δερματικού ασβεστίου κατά τη διάρκεια της βραχυπρόθεσμης άσκησης μπορεί να μην είναι σημαντική για ορισμένους αθλητές αντοχής που ασχολούνται με μακροχρόνιες δραστηριότητες ή πολλές προπονήσεις την ημέρα (όπως οι τριαθλητές), έχει τη δυνατότητα να γίνει προβληματική. Σε τέτοιες περιπτώσεις, οι αθλητές θα πρέπει να σκεφτούν την κατανάλωση ενός γεύματος πριν από την άσκηση πλούσιο σε ασβέστιο, που περιέχει περίπου 1.300 mg ασβεστίου, όπως προτείνουν οι Haakonssen et al. (2015). Εναλλακτικά, μπορεί να εξετάσουν το ενδεχόμενο λήψης συμπληρώματος ασβεστίου 1.000 mg, όπως αποδεικνύεται από τους Barry et al. (2011). Και οι δύο επιλογές έχουν αποδειχθεί αποτελεσματικές στην πρόληψη των διαταραχών στην ισορροπία του ασβεστίου και ενδεχομένως στην ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων στον μεταβολισμό των οστών κατά τη διάρκεια της επακόλουθης άσκησης.

Συνήθως προτείνεται στους αθλητές να καταναλώνουν μεγαλύτερη ποσότητα πρωτεΐνης από τη συνιστώμενη ημερήσια δόση των 0,8 γραμμαρίων ανά κιλό σωματικής μάζας την ημέρα, με σημαντικό αριθμό αθλητών να καταναλώνουν 2 έως 3 φορές αυτή την ποσότητα. Η πρωτεΐνη είναι ένα ουσιαστικό συστατικό της δομής του οστού, που περιλαμβάνει σημαντική ποσότητα της μάζας και του όγκου του (Zimmermann et al., 2015). Επομένως, είναι λογικό να προτείνεται ότι η κατανάλωση πρωτεΐνης είναι ζωτικής σημασίας για τη διατήρηση υγιών οστών.

Η διασφάλιση της κατάλληλης πρόσληψης τροφής είναι ζωτικής σημασίας για τη διατήρηση της φυσικής κατάστασης και της ευεξίας, καθώς και για την αποκατάσταση της φυσικής κατάστασης μετά από τραυματισμούς στον αθλητισμό. Από την άλλη πλευρά, οι ελλείψεις στη διατροφική έχουν αρνητικό αντίκτυπο στη

σωματική απόδοση, οδηγώντας δυνητικά σε μεγαλύτερη πιθανότητα τραυματισμού. Η πιθανότητα να συμβεί αυτό είναι ίδια τόσο για τα οστά όσο και για άλλους ζωτικούς ιστούς για τους αθλητές, όπως οι μύες, οι τένοντες και οι σύνδεσμοι. Ωστόσο, υπάρχει έλλειψη έρευνας σχετικά με τον αντίκτυπο της διατροφικής κατανάλωσης στην υγεία των οστών στους αθλητές, ειδικά όταν πρόκειται για τον προσδιορισμό της πιο αποτελεσματικής διαίτας για την προώθηση της επούλωσης των τραυματισμών των οστών. Συνολικά, οι διατροφικές απαιτήσεις για τη διατήρηση της υγείας των οστών στους αθλητές δεν διαφέρουν σημαντικά από αυτές του γενικού πληθυσμού. Ωστόσο, οι αθλητές θα πρέπει να δίνουν ιδιαίτερη προσοχή στην αποφυγή χαμηλής διαθεσιμότητας ενέργειας και θα πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τις δυνητικά υψηλότερες ανάγκες σε ασβέστιο, βιταμίνη D και πρωτεΐνη.

5.3 Αθλητές αντοχής

Οι απαιτήσεις σε υδατάνθρακες για τους αθλητές αντοχής μπορεί να είναι ένα αμφιλεγόμενο θέμα, με αποτέλεσμα συχνά έντονες (και περιστασιακά επιθετικές) συζητήσεις σχετικά με τη βέλτιστη κατανάλωση. Η δήλωση θέσης συνεργασίας από την Ακαδημία Διατροφής και Διαιτολογίας (AND), Dietitians of Canada (DC) και το Αμερικανικό Κολλέγιο Αθλητιατρικής (ACSM) προτείνει ότι για μέτρια άσκηση διάρκειας 1 ώρας την ημέρα, τα άτομα πρέπει να καταναλώνουν 5-7 γραμμάρια υδατανθράκων ανά κιλό σωματικού βάρους ανά ημέρα (g/kg/ημέρα). Για άσκηση μέτριας έως υψηλής έντασης που διαρκεί 1-3 ώρες την ημέρα, η συνιστώμενη πρόσληψη υδατανθράκων αυξάνεται στα 6-10 g/kg/ημέρα. Αθλητές υπεραντοχής που συμμετέχουν σε καθημερινή δραστηριότητα (4-5 ώρες μέτριας έως υψηλής έντασης άσκηση την ημέρα) μπορεί να χρειάζονται ημερήσια πρόσληψη 8-12 γραμμαρίων ανά κιλό σωματικού βάρους (Jäger et al 2017). Η Διεθνής Εταιρεία Αθλητικής Διατροφής

(ISSN) προτείνει ότι οι αθλητές πρέπει να ακολουθούν δίαιτα υψηλής περιεκτικότητας σε υδατάνθρακες (CHO), καταναλώνοντας 8-12 γραμμάρια ανά κιλό σωματικού βάρους την ημέρα, προκειμένου να βελτιστοποιηθεί η αποθήκευση γλυκογόνου (Thomas et al 2016).

Οι υδατάνθρακες, με τη μορφή γλυκόζης αίματος και μυϊκού γλυκογόνου, έχουν το πλεονέκτημα ότι παράγουν μεγαλύτερη ποσότητα ATP ανά όγκο οξυγόνου (O_2) σε σύγκριση με το λίπος (Spriet 2014). Ωστόσο, όταν τα αποθέματα υδατανθράκων στο συκώτι και στους μύες εξαντλούνται, αυτό οδηγεί σε κόπωση, μειωμένη ικανότητα εργασίας και κακή συγκέντρωση (Jäger et al 2017, Jeukendrup et al 2005, Getzin et al 2017).

5.3.1 Πριν τον αγώνα

Πριν τον αγώνα, καλό είναι να αποκαθίστανται τα αποθέματα γλυκογόνου στους μύες και το συκώτι που είχαν εξαντληθεί την προηγούμενη μέρα. Αυτό μπορεί να γίνει με την κατανάλωση ενός γεύματος πλούσιου σε υδατάνθρακες τουλάχιστον 6 g/kg και έως 7-12 g/kg το 24ωρο πριν από τον αγώνα, εάν αυτός αναμένεται να διαρκέσει λιγότερο από 90 λεπτά.

Για αγώνες που διαρκούν περισσότερο από 90 λεπτά, η υπεραντιστάθμιση γλυκογόνου, μερικές φορές γνωστή ως «φόρτωση άνθρακα», στις 36-48 ώρες πριν από το συμβάν μπορεί να βελτιώσει την απόδοση κατά 2-3% (Jeukendrup et al 2005). Παραδοσιακά, προτάθηκε ότι για να διπλασιαστούν τα αποθέματα γλυκογόνου στο συμβατικό μοντέλο υπεραντιστάθμισης, ήταν απαραίτητο να εξαντληθούν τα αποθέματα γλυκογόνου μέσω άσκησης υψηλής έντασης πριν από την κατανάλωση δίαιτας υψηλής περιεκτικότητας σε υδατάνθρακες (CHO) (Bergström et al 1967).

Πρόσφατες μελέτες δείχνουν ότι η ενασχόληση με βραχυπρόθεσμη, υψηλής έντασης άσκηση ή πλήρη σωματική αδράνεια, ακολουθούμενη από κατανάλωση υψηλής πρόσληψης υδατανθράκων (10-12 g/kg/ημέρα) για μία ημέρα, μπορεί να οδηγήσει σε υπεραντιστάθμιση γλυκογόνου. Αυτή η ενισχυμένη αποθήκευση γλυκογόνου μπορεί να διατηρηθεί για μια περίοδο τριών ημερών (Jeukendrup et al 2005, Bussau et al 2002). Αυτή η πτυχή είναι ιδιαίτερα κρίσιμη για να ληφθεί υπόψη σε κλινικό περιβάλλον, καθώς παρέχει στον αθλητή περαιτέρω προσαρμοστικότητα σε περιπτώσεις γαστρεντερικής δυσανεξίας ή γαστρεντερικής δυσφορίας πριν από έναν αγώνα. Πριν από το συμβάν, συνιστάται να καταναλώνετε μία εφάπαξ δόση 1-4 γραμμαρίων ανά κιλό σωματικού βάρους υδατανθράκων τις τελευταίες 1-4 ώρες. Αυτό θα βοηθήσει στην αναπλήρωση των αποθεμάτων γλυκογόνου του ήπατος, καθώς οι αγώνες αντοχής γίνονται συνήθως νωρίς το πρωί μετά από μια περίοδο νηστείας, η οποία εξαντλεί το γλυκογόνο του ήπατος.

5.3.2 Κατά τη διάρκεια του αγώνα

Για αγώνες που διαρκούν λιγότερο από 60 λεπτά, δεν υπάρχει ανάγκη κατανάλωσης υδατανθράκων (Jäger et al 2017, Burke et al 2011). Ωστόσο, για δραστηριότητες που διαρκούν περισσότερο από 60 λεπτά, συνιστάται η χρήση ενεργών στρατηγικών σίτισης προκειμένου να διασφαλιστεί η διαθεσιμότητα υδατανθράκων. Για δραστηριότητες που διαρκούν από 1 έως 2,5 ώρες, συχνά συνιστάται η πρόσληψη 30 έως 60 γραμμαρίων υδατανθράκων κάθε ώρα. Αυτό θα πρέπει να γίνει με τη μορφή διαλύματος υδατανθράκων 6 έως 8%, το οποίο συνήθως βρίσκεται στα αθλητικά ποτά. Είναι καλύτερο να καταναλώνεται αυτό το διάλυμα κάθε 10 έως 15 λεπτά για να διατηρούνται τα αποθέματα γλυκογόνου. Για αγώνες που διαρκούν περισσότερες από 2,5 ώρες, η κατανάλωση υψηλότερων ποσοτήτων

υδατανθράκων με ρυθμό 60-70 γραμμάρια την ώρα μπορεί να οδηγήσει σε βελτιωμένη απόδοση. Εάν είναι καλά ανεκτή, η πρόσληψη μπορεί να αυξηθεί στα 90 γραμμάρια την ώρα. Ο λόγος για την υψηλότερη συνιστώμενη πρόσληψη βασίζεται σε μελέτες που δείχνουν ότι ο υψηλότερος ρυθμός οξείδωσης των υδατανθράκων συμβαίνει όταν οι υδατάνθρακες προσλαμβάνονται με ρυθμό 1,0-1,1 g/min. Αυτό συμβαίνει γιατί με αυτόν τον ρυθμό μεγιστοποιείται η γαστρεντερική απορρόφηση. Με τη συμπερίληψη πολλών πηγών υδατανθράκων (όπως μείγματα γλυκόζης και φρουκτόζης) και την κατανάλωση τους σε υψηλότερους ρυθμούς 1,8 g/min, ο ρυθμός οξείδωσης μπορεί να αυξηθεί περαιτέρω σε 1,2-1,3 g/min. Αυτό οφείλεται στις διαφορετικές μεθόδους εντερικής μεταφοράς και αυτοί οι συνδυασμοί γλυκόζης και φρουκτόζης ενισχύουν επίσης τη γαστρεντερική ανοχή (Jäger et al 2017, Jeukendrup et al 2005, Getzin et al 2017, Jeukendrup et al 2006, Jeukendrup 2014). Σε αυτά τα υψηλότερα επίπεδα κατανάλωσης, οι ερευνητές προτείνουν στους αθλητές να αξιολογούν τακτικά τη στρατηγική σίτισης για να καθορίσουν τη γαστρεντερική άνεση (για παράδειγμα, οι υγροί υδατάνθρακες μπορεί να είναι πιο εύπεπτοι από τους στερεούς) και τη σκοπιμότητα του διατροφικού τους σχεδίου. Οι ευκαιρίες για ανεφοδιασμό μπορεί να διαφέρουν ανάλογα με τους κανονισμούς του αθλήματος, όπως τα ημίχρονα κατά τη διάρκεια των αγώνων. Σε ορισμένα αθλήματα όπως το τρίαθλο, μπορεί να υπάρχει ελάχιστη ή καθόλου δυνατότητα ανεφοδιασμού παραδείγματος χάρη κατά τη φάση της κολύμβησης, ενώ μπορεί να υπάρχει μια τέλεια ευκαιρία κατά τη διάρκεια της ποδηλασίας. Είναι σημαντικό να υπάρχει εξάσκηση και προετοιμασία προκειμένου οι αθλητές να μπορέσουν να αξιοποιήσουν αυτές τις ευκαιρίες ανεφοδιασμού. Συνίσταται επίσης οι αθλητές να προσομοιώνουν τη στρατηγική διατροφής τους με την ίδια ένταση με τον αγώνα ή το παιχνίδι τους,

καθώς η γαστρεντερική ανεκτότητα μπορεί να μειωθεί την ημέρα του αγώνα λόγω της αυξημένης απόκρισης στο στρες και της ανισορροπίας μεταξύ του συμπαθητικού και του παρασυμπαθητικού νευρικού συστήματος.

Ένας άλλος κρίσιμος κλινικός παράγοντας που πρέπει να ληφθεί υπόψη είναι ο αντίκτυπος των ρυθμίσεων θερμότητας στους αθλητές. Σε τέτοιες περιπτώσεις, συνιστάται οι κλινικοί γιατροί να συμβουλεύουν τους αθλητές να μειώσουν την πρόσληψη υδατανθράκων (CHO) κατά 10% λόγω των μειωμένων ρυθμών οξειδωσης CHO σε ζεστό περιβάλλον (Jeukendrup et al 2005).

Πρόσφατα, ορισμένοι αθλητές έχουν εφαρμόσει μια προσέγγιση «χαμηλής προπόνησης» για να ρυθμίσουν τα επίπεδα υδατανθράκων τους, η οποία συνεπάγεται με τη μείωση της κατανάλωσης υδατανθράκων και την αύξηση της πρόσληψης λίπους. Η τακτική συμμετοχή σε προπονήσεις που περιλαμβάνουν χαμηλά επίπεδα γλυκογόνου και διαθεσιμότητας γλυκόζης μπορεί δυνητικά να αυξήσει την ενεργοποίηση των μονοπατιών οξειδωσης του λίπους, να διατηρήσει τα αποθέματα γλυκογόνου και ενδεχομένως να παρατείνει τη διάρκεια της σωματικής άσκησης (Getzin et al 2017, Getzin et al 2011, Hansen et al 2005). Τα μειωμένα επίπεδα γλυκόζης μπορεί να είναι ευεργετικά σε αγώνες υπεραντοχής που χαρακτηρίζονται από άσκηση με μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (VO_{2max}) κάτω από το 70%, όπου τα λίπη είναι η κύρια πηγή καυσίμου. Επίσης, ορισμένοι αθλητές επιλέγουν να συμμετάσχουν σε φόρτωση άνθρακα αμέσως πριν από τον αγώνα. Αυτό τους επιτρέπει να "προπονοούνται χαμηλά, να αγωνίζονται ψηλά" βελτιστοποιώντας τόσο τη χρήση του λίπους για ενέργεια σε χαμηλότερες εντάσεις ($<70\% VO_{2max}$) όσο και τη χρήση της γλυκόζης για ενέργεια σε υψηλότερες εντάσεις ($>70\% VO_{2max}$). Ωστόσο, εκτεταμένες περίοδοι αυτής της τακτικής μπορούν να μειώσουν την ικανότητα παραγωγής

μέγιστης ισχύος κατά τη διάρκεια προπονήσεων υψηλής έντασης (Getzin et al 2017, Getzin et al 2011). Οι αθλητές μπορεί να έχουν μειωμένη ικανότητα να διατηρήσουν την ένταση της προπόνησής τους, με αποτέλεσμα μειωμένη ποιότητα άσκησης και γενικό άγχος προπόνησης. Κατά συνέπεια, η ικανότητά τους για προσαρμοστικότητα μπορεί επίσης να επιδεινωθεί. Ο στόχος είναι να ενισχυθούν οι οδοί των οξειδωτικών ενζύμων του λίπους με την άσκηση σε συνθήκες χαμηλών υδατανθράκων, με την προσδοκία ότι τα πλεονεκτήματα που θα αποκτηθούν θα ξεπεράσουν τα μειονεκτήματα του μειωμένου προπονητικού φορτίου και των προσαρμογών όταν οι προσπάθειες πραγματοποιούνται σε κατάσταση υψηλής γλυκόζης. Με απλά λόγια, η πρακτική της «χαμηλής προπόνησης» μπορεί να ενισχύσει την ικανότητα ενός αθλητή να καίει αποτελεσματικά λίπος κατά τη διάρκεια συνεχούς άσκησης σε χαμηλότερες εντάσεις. Ωστόσο, αυτή η προσέγγιση έχει το κόστος της μείωσης της ικανότητας του αθλητή για μέγιστη οξείδωση γλυκόζης, η οποία είναι συνήθως απαραίτητη κατά τη διάρκεια των αγώνων. Επιπλέον, αυτή η πρακτική μπορεί να έχει αρνητικό αντίκτυπο σε άλλες μορφές προπόνησης, όπως η προπόνηση σε υψόμετρο (Silva et al 2013, Jeukendrup et al 2010).

Οι περισσότερες έρευνες «χαμηλής προπόνησης» διεξάγονται σε ελεγχόμενα εργαστηριακά περιβάλλοντα και όχι σε πραγματικά σενάρια αγώνων. Μια μελέτη που διεξήχθη από τους Cox et al. (2010) διαπίστωσε ότι παρόλο που η χαμηλή προπόνηση οδήγησε σε αλλαγές στη δραστηριότητα των μιτοχονδριακών ενζύμων, όπως η κυττρική συνθάση, δεν υπήρχε διακριτή διαφορά στην απόδοση κατά τη διάρκεια πραγματικών σεναρίων άσκησης που περιελάμβαναν άσκηση σταθερής κατάστασης και χρονοδοκιμαστική ποδηλασία τόσο για ποδηλάτες όσο και για τριαθλητές (Cox et al 2010). Ως εκ τούτου, συχνά συνιστάται ότι μπορεί να χρησιμεύσει ως

συμπληρωματικό συστατικό στο ολοκληρωμένο πρόγραμμα προπόνησης και διατροφής ενός αθλητή. Ωστόσο, θα πρέπει να δίνεται προσοχή κατά τη χρήση της κατά τη διάρκεια έντονης προπόνησης ή αγωνιστικών εκδηλώσεων λόγω πιθανών ζητημάτων που σχετίζονται με την απόδοση (Getzin et al 2017).

Μια άλλη σύγχρονη μέθοδος περιλαμβάνει τη χρήση στοματικής έκπλυσης CHO κατά τη διάρκεια της άσκησης αντοχής (Jeukendrup 2014, Silva et al 2013) ως μέσο για την ενεργοποίηση των κυττάρων των υποδοχέων της γεύσης και του κεντρικού νευρικού συστήματος (ΚΝΣ) προκειμένου να ενισχυθεί η απόδοση, χωρίς να καταναλώνεται πραγματικά CHO. Ένας προτεινόμενος τρόπος λειτουργίας είναι επηρεάζοντας τη θεωρία του κεντρικού κυβερνήτη (Noakes 2000), ο οποίος είναι ένας μηχανισμός που κατασκευάζεται από το κεντρικό νευρικό σύστημα για να ρυθμίζει το επίπεδο άσκησης προκειμένου να διατηρείται ένα περιθώριο ασφαλείας για καταστάσεις έκτακτης ανάγκης. Ο Jeukendrup (1997) έθεσε αρχικά το ερώτημα και παρείχε στοιχεία ότι η λήψη συμπληρωμάτων γλυκόζης οδήγησε σε βελτιωμένη απόδοση ποδηλασίας σε χρονοδοκιμές, ακόμη και κατά τη διάρκεια δραστηριότητας μικρής διάρκειας (1 ώρας), σε σύγκριση με ένα εικονικό φάρμακο. Κατέληξε στο συμπέρασμα ότι είναι απίθανο η πρόσληψη υδατανθράκων να έχει θετική επίδραση στην ενεργειακή δαπάνη, καθώς μόνο ένα μικρό ποσοστό (περίπου 10-20%) των προσλαμβανόμενων υδατανθράκων χρησιμοποιείται στην πραγματικότητα για ενέργεια την πρώτη ώρα της άσκησης. Ως εκ τούτου, ο λόγος πίσω από τη βελτιωμένη απόδοση που προκύπτει από την κατάποση υδατανθράκων είναι ακόμα άγνωστος και χρειάζεται περαιτέρω διερεύνηση.

Μια περαιτέρω έρευνα που διεξήχθη από τον Carter και τους συνεργάτες του (2004) επιβεβαιώνει αυτό το εύρημα, αποδεικνύοντας ότι η χορήγηση γλυκόζης μέσω

ενδοφλέβιας έγχυσης κατά τη διάρκεια μιας χρονοδοκιμής 1 ώρας δεν είχε καμία επίδραση στην απόδοση, παρά τις παρατηρούμενες αυξήσεις στα επίπεδα γλυκόζης στο πλάσμα που ήταν διαθέσιμα για οξείδωση και τα σημάδια ενισχυμένης πρόσληψης γλυκόζης από τους ιστούς (Carter et al 2004). Μια περαιτέρω έρευνα που διεξήχθη από τους ίδιους ερευνητές έδειξε ότι ακόμη και ένα στοματικό ξέβγαλμα με υδατάνθρακες, χωρίς να καταναλώνονται πραγματικά οι υδατάνθρακες, είχε ευεργετικό αντίκτυπο στην απόδοση χρονομέτρησης μιας ώρας. Αυτή η επίδραση πιθανότατα οφείλεται στην παρουσία υποδοχέων υδατανθράκων στο στόμα που συνδέονται με τις οδούς κινήτρων του κεντρικού νευρικού συστήματος. Μια συστηματική ανασκόπηση έδειξε ότι το ξέπλυμα του στόματος με διάλυμα υδατάνθρακα 6,4-10% κάθε 5-10 λεπτά, για τουλάχιστον 5-10 δευτερόλεπτα, μπορεί να βελτιώσει την απόδοση κατά περίπου 2-3% σε δραστηριότητες υψηλής έντασης που διαρκούν έως και 1 ώρα. , με VO_{2max} άνω του 70%. Ως εκ τούτου, προτείνεται ότι οι αθλητές που αντιμετωπίζουν γαστρεντερική δυσφορία κατά τη διάρκεια έντονης δραστηριότητας, η οποία τους εμποδίζει να καταναλώνουν υδατάνθρακες από το στόμα, μπορεί να βρουν αυτή την προσέγγιση ευεργετική, ιδιαίτερα για αγώνες που δεν διαρκούν περισσότερο από 1 ώρα. Ωστόσο, για οποιαδήποτε προπόνηση διαρκεί περίπου 2 ώρες ή περισσότερο, είναι απολύτως απαραίτητο να καταναλώνονται υδατάνθρακες προκειμένου να βελτιώνεται η απόδοση (Jeukendrup 2014).

Ουσιαστικά, οι ημερήσιες ανάγκες σε υδατάνθρακες (CHO) διαφέρουν ανάλογα με την ποσότητα της φυσικής δραστηριότητας. Για άτομα που κάνουν 1 ώρα μέτριας άσκησης την ημέρα, η συνιστώμενη πρόσληψη είναι 5-7 γραμμάρια ανά κιλό σωματικού βάρους την ημέρα. Για όσους συμμετέχουν σε 1-3 ώρες άσκησης την ημέρα, το εύρος είναι 6-10 γραμμάρια ανά κιλό σωματικού βάρους την ημέρα. Τέλος,

τα άτομα που κάνουν 4 ή περισσότερες ώρες άσκησης την ημέρα θα πρέπει να στοχεύουν σε πρόσληψη 8-12 γραμμαρίων ανά κιλό σωματικού βάρους την ημέρα. Οι απαιτήσεις πριν από τον αγώνα για την πρόσληψη υδατανθράκων, συχνά γνωστές ως «φόρτωση», διαφέρουν ανάλογα με τη διάρκεια της δραστηριότητας. Για άσκηση που διαρκεί λιγότερο από 90 λεπτά, η συνιστώμενη πρόσληψη είναι 6 γραμμάρια ανά κιλό σωματικού βάρους κάθε μέρα. Για άσκηση που διαρκεί περισσότερο από 90 λεπτά, η συνιστώμενη πρόσληψη είναι 10-12 γραμμάρια ανά κιλό σωματικού βάρους την ημέρα. Επιπλέον, μια τελική πρόσληψη 1-4 γραμμαρίων ανά κιλό σωματικού βάρους θα πρέπει να καταναλωθεί 1-4 ώρες πριν από τον αγώνα. Κατά τη διάρκεια του αγώνα, οι συνιστώμενες απαιτήσεις τροφοδοσίας ποικίλλουν ανάλογα με τη διάρκεια της άσκησης. Για άσκηση που διαρκεί λιγότερο από 2,5 ώρες, η συνιστώμενη πρόσληψη είναι μεταξύ 30-60 γραμμάρια την ώρα. Για άσκηση που διαρκεί περισσότερο από 2,5 ώρες, η συνιστώμενη πρόσληψη είναι μεταξύ 60-70 γραμμάρια την ώρα και μπορεί να φτάσει έως και 90 γραμμάρια την ώρα εάν είναι διαχειρίσιμη για το άτομο.

Βιβλιογραφία

- Ainsworth BE, Haskell WL, Whitt MC, et al. Compendium of physical activities: An update of activity codes and MET intensities. *Med Sci Sports Exerc.* 2000;32(9 suppl):S498-S504.
- Albert F.J., J. Morente-S´anchez, F.B. Ortega, M.J. Castillo, ´A. Guti´errez, Usefulness of β -hydroxy- β -methylbutyrate (hmb) supplementation in different sports: an update and practical implications, *Nutr. Hosp.* 32 (1) (2015) 20–33.
- Ali, A., Al-Siyabi, M. S., Waly, M. I., & Kilani, H. A. (2015). Assessment of nutritional knowledge, dietary habits and nutrient intake of university student athletes. *Pakistan Journal of Nutrition*, 14(5), 293.
- American College of Sports Medicine, Armstrong LE, Casa DJ, Millard- Stafford M, et al. American College of Sports Medicine position stand. Exertional heat illness during training and competition. *Med Sci Sports Exerc.* 2007;39(3):556-572.
- American College of Sports Medicine, Sawka MN, Burke LM, Eichner ER, et al. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and fluid replacement. *Med Sci Sports Exerc.* 2007;39(2):377-390.
- American Psychiatric Association. Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, 5th Edition: DSM-5. Arlington, VA: American Psychiatric Association; 2013.
- Areta JL, Burke LM, Camera DM, et al. Reduced resting skeletal muscle protein synthesis is rescued by resistance exercise and protein ingestion following shortterm energy deficit. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2014;306(8):E989-E997.
- Areta JL, Burke LM, Ross ML, et al. Timing and distribution of protein ingestion during prolonged recovery from resistance exercise alters myofibrillar protein synthesis. *J Physiol.* 2013;591(pt 9): 2319-2331.
- Australian Institute of Sport. Supplements.
<https://www.ais.gov.au/nutrition/supplements> , εξακριβώθηκε 7 Ιουλίου 2015
- Babraj J, Cuthbertson DJ, Rickhuss P, et al. Sequential extracts of human bone show differing collagen synthetic rates. *Biochem Soc Transact.* 2002;30(2):61-65.
- Barley O.R., D.W. Chapman, S.N. Guppy, C.R. Abbiss, Considerations when assessing endurance in combat sport athletes, *Front. Physiol.* 10 (2019) 205

- Barnes MJ. Alcohol: Impact on sports performance and recovery in male athletes. *Sports Med.* 2014;44(7):909-919.
- Barry, D.W., Hansen, K.C., van Pelt, R.E., Witten, M., Wolfe, P., & Kohrt, W.M. (2011). Acute calcium ingestion attenuates exercise-induced disruption of calcium homeostasis. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 43, 617–623.
- Bartlett JD, Hawley JA, Morton JP. Carbohydrate availability and exercise training adaptation: Too much of a good thing? *Eur J Sport Sci*; 2014:1-10.
- Beard J, Tobin B. Iron status and exercise. *Am J Clin Nutr.* 2000;72(2 suppl):594S-597S.
- Beelen M, Burke LM, Gibala MJ, van Loon LJ. Nutritional strategies to promote postexercise recovery. *Int Sport Nutr Exerc Metab.* 2010;20(6):515-532.
- Beelen M, Koopman R, Gijsen AP, et al. Protein coingestion stimulates muscle protein synthesis during resistance-type exercise. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2008;295(1):E70-E77.
- Bell, P.G., Walshe, I.H., Davison, G.W., Stevenson, E.J., & Howatson, G. (2015). Recovery facilitation with Montmorency cherries following high-intensity, metabolically challenging exercise. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 40, 414–423. PubMed ID: 25794236
- Bennell, K., Matheson, G., Meeuwisse, W., & Brukner, P. (1999). Risk factors for stress fractures. *Sports Medicine*, 28, 91–122.
- Berardi JM, Noreen EE, Lemon PW. Recovery from a cycling time trial is enhanced with carbohydrate-protein supplementation vs. isoenergetic carbohydrate supplementation. *J Int Soc Sports Nutr.* 2008;5:24.
- Bergeron MF, Bahr R, Bartsch P, et al. International Olympic Committee consensus statement on thermoregulatory and altitude challenges for highlevel athletes. *Br J Sports Med.* 2012;46(11):770-779.
- Bergeron MF. Exertional heat cramps: Recovery and return to play. *J Spor Rehab.* 2007;16(3):190-196.
- Bergström, J.; Hermansen, L.; Hultman, E.; Saltin, B. Diet, Muscle Glycogen and Physical Performance. *Acta Physiol. Scand.* 1967, 71, 140–150. [CrossRef] [PubMed]

- Berning JR. The vegetarian athlete. In: Maughan RJ, ed. *The Encyclopaedia of Sports Medicine: An IOC Medical Commission Publications, Sports Nutrition*. West Sussex, United Kingdom: Wiley; 2014:382-391.
- Betts JA, Williams C. Short-term recovery from prolonged exercise: exploring the potential for protein ingestion to accentuate the benefits of carbohydrate supplements. *Sports Med*. 2010;40(11): 941-959.
- Braun H, Koehler K, Geyer H, Kleiner J, Mester J, Schanzer W. Dietary supplement use among elite young German athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2009;19(1):97-109.
- Burden RJ, Morton K, Richards T, Whyte GP, Pedlar CR. Is iron treatment beneficial in, iron-deficient but nonanaemic (IDNA) endurance athletes? A meta-analysis. *Br J Sports Med*. 2015;49(21):1389-1397.
- Burke DG, Chilibeck PD, Parise G, Candow DG, Mahoney D, Tarnopolsky M. Effect of creatine and weight training on muscle creatine and performance in vegetarians. *Med Sci Sports Exerc*. 2003;35(11):1946-1955.
- Burke L.M., G.J. Slater, J.J. Matthews, C. Langan-Evans, C.A. Horswill, ACSM expert consensus statement on weight loss in weight-category sports, *Curr. Sports Med. Rep.* 20 (4) (2021) 199–217
- Burke LM, Cato L. Supplements and sports foods. In: Burke LM, Deakin V, eds. *Clinical Sports Nutrition*. 5th ed. North Ryde NSW, Australia: McGraw- Hill Pty Ltd.; 2015:493-591.
- Burke LM, Claassen A, Hawley JA, Noakes TD. Carbohydrate intake during prolonged cycling minimizes effect of glycemic index of preexercise meal. *J Appl Physiol*. 1998;85(6):2220-2226.
- Burke LM, Hawley JA, Wong SH, Jeukendrup AE. Carbohydrates for training and competition. *J Sports Scis*. 2011;29(suppl 1):S17-S27.
- Burke LM, Kiens B, Ivy JL. Carbohydrates and fat for training and recovery. *J Sports Sci*. 2004;22(1):15-30.
- Burke LM. Fueling strategies to optimize performance: Training high or training low? *Scan J Med Sci Sports*. 2010; 20(suppl 2):48-58.
- Burke LM. Re-examining high-fat diets for sports performance: Did we call the “nail in the coffin” too soon? *Sports Med*. 2015;45(1):33-49.

- Burke, L. M., Hawley, J. A., Jeukendrup, A., Morton, J. P., Stellingwerff, T., & Maughan, R. J. (2018). Toward a common understanding of diet–exercise strategies to manipulate fuel availability for training and competition preparation in endurance sport. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 28(5), 451–463.
- Burke, L.M.; Hawley, J.A.; Wong, S.H.S.; Jeukendrup, A.E. Carbohydrates for Training and Competition. *J. Sports Sci.* 2011, 29 (Suppl. 1), S17–S27. [CrossRef]
- Bussau, V.A.; Fairchild, T.J.; Rao, A.; Steele, P.; Fournier, P.A. Carbohydrate Loading in Human Muscle: An Improved 1 Day Protocol. *Eur. J. Appl. Physiol.* 2002, 87, 290–295. [CrossRef] [PubMed]
- Cannell JJ, Hollis BW, Sorenson MB, Taft TN, Anderson JJ. Athletic performance and vitamin D. *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41(5):1102-1110.
- Carter, J.M.; Jeukendrup, A.E.; Mann, C.H.; Jones, D.A. The Effect of Glucose Infusion on Glucose Kinetics during a 1-h Time Trial. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2004, 36, 1543–1550. [CrossRef]
- Cermak NM, van Loon LJ. The use of carbohydrates during exercise as an ergogenic aid. *Sports Med.* 2013;43(11): 1139-1155.
- Cheuvront SN, Ely BR, Wilber RL. Environment and exercise. In: Maughan RJ, ed. *Sports Nutrition, The Encyclopaedia of Sports Medicine*, an IOC Medical Commission Publication. 1st ed. West Sussex, United Kingdom: John Wiley & Sons Ltd; 2014:425-438.
- Churchward-Venne TA, Burd NA, Mitchell CJ, et al. Supplementation of a suboptimal protein dose with leucine or essential amino acids: Effects on myofibrillar protein synthesis at rest and following resistance exercise in men. *J Physiol.* 2012;590(pt 11):2751-2765.
- Close, G.L., Ashton, T., McArdle, A., & Maclaren, D.P. (2005). The emerging role of free radicals in delayed onset muscle soreness and contraction-induced muscle injury. *Comparative Biochemistry and Physiology—Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 142, 257–266
- Copley, J.N., McHardy, H., Morton, J.P., Nikolaidis, M.G., & Close, G.L. (2015). Influence of vitamin C and vitamin E on redox signaling: Implications for exercise adaptations. *Free Radical Biology & Medicine*, 84, 65–76. PubMed

- Cole M, Coleman D, Hopker J, Wiles J. Improved gross efficiency during long duration submaximal cycling following a short-term high carbohydrate diet. *Int J Sports Med.* 2014;35(3):265-269.
- Corder K.E., K.R. Newsham, J.L. McDaniel, U.R. Ezekiel, E.P. Weiss, Effects of short-term docosahexaenoic acid supplementation on markers of inflammation after eccentric strength exercise in women, *J. Sports Sci. Med.* 15 (1) (2016) 176–183.
- Cowell BS, Rosenbloom CA, Skinner R, Summers SH. Policies on screening female athletes for iron deficiency in NCAA division I-A institutions. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2003;13(3):277-285.
- Cox GR, Clark SA, Cox AJ, et al. Daily training with high carbohydrate availability increases exogenous carbohydrate oxidation during endurance cycling. *J Appl Physiol.* 2010;109(1):126-134.
- Cox, G.R.; Clark, S.A.; Cox, A.J.; Halson, S.L.; Hargreaves, M.; Hawley, J.A.; Jeacocke, N.; Snow, R.J.; Yeo, W.K.; Burke, L.M. Daily Training with High Carbohydrate Availability Increases Exogenous Carbohydrate Oxidation during Endurance Cycling. *J. Appl. Physiol.* 2010, 109, 126–134. [CrossRef]
- Coyle EF. Timing and method of increased carbohydrate intake to cope with heavy training, competition and recovery. *J Sports Sci.* 1991;9(summer): 29-51. discussion 51-22.
- Craig WJ, Mangels AR; ; American Dietetic Association. Position of the American Dietetic Association: Vegetarian diets. *J Am Diet Assoc.* 2009;109(7):1266-1282.
- Crisafulli A., S. Vitelli, I. Cappai, R. Milia, F. Tocco, F. Melis, A. Concu, Physiological responses and energy cost during a simulation of a Muay Thai boxing match, *Applied physiology, nutrition, and metabolism = Physiologie appliquee, nutrition et metabolisme* 34 (2) (2009) 143–150
- Cunningham JJ. A reanalysis of the factors influencing basal metabolic rate in normal adults. *Am J Clin Nutr.* 1980;33(11):2372-2374
- de Oliveira G.V., L. do Nascimento, M. Volino-Souza, O. do Couto Vellozo, T. S. Alvares, A single oral dose of beetroot-based gel does not improve muscle oxygenation parameters, but speeds up handgrip isometric strength recovery in recreational combat sports athletes, *Biol. Sport* 37 (1) (2020) 93–99

- De Souza MJ, Nattiv A, Joy E, et al. 2014 Female Athlete Triad Coalition consensus statement on treatment and return to play of the female athlete triad: 1st International Conference held in San Francisco, California, May 2012 and 2nd International Conference held in Indianapolis, Indiana, May 2013. *Br J Sports Med.* 2014;48(4):289
- Deakin V, Kerr D, Boushey C. Measuring nutritional status of athletes: Clinical and research perspectives. In: Burke L, Deakin V, eds. *Clinical Sports Nutrition*. 5th ed. North Ryde, Australia: McGraw- Hill; 2015:27-53.
- DellaValle DM. Iron supplementation for female athletes: Effects on iron status and performance outcomes. *Curr Sports Med Rep.* 2013;12(4):234-239.
- Draeger CL, Naves A, Marques N, et al. Controversies of antioxidant vitamins supplementation in exercise: Ergogenic or ergolytic effects in humans? *J Int Soc Sports Nutr.* 2014;11(1):4.
- Drid P., *Science and Medicine in Combat Sport*, Nova Publisher, New York, 2017.
- Etheridge T, Philp A, Watt PW. A single protein meal increases recovery of muscle function following an acute eccentric exercise bout. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2008;33(3):483-488.
- Farajian P, Kavouras SA, Yannakoulia M, Sidossis LS. Dietary intake and nutritional practices of elite Greek aquatic athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2004;14(5):574-585.
- Filaire E., A. Massart, H. Portier, M. Rouveix, F. Rosado, A.S. Bage, M. Gobert, D. Durand, Effect of 6 Weeks of n-3 fatty-acid supplementation on oxidative stress in Judo athletes, *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metabol.* 20 (6) (2010) 496–506
- Foster C, Costill DL, Fink WJ. Effects of preexercise feedings on endurance performance. *Med Sci Sports.* 1979;11(1): 1-5.
- Fredericson, M., Chew, K., Ngo, J., Cleek, T., Kiratli, J., & Cobb, K. (2007). Regional bone mineral density in male athletes: A comparison of soccer players, runners and controls. *British Journal of Sports Medicine*, 41, 664–668
- Gammone M.A., G. Riccioni, G. Parrinello, N. D’Orazio, Omega-3 polyunsaturated fatty acids: benefits and endpoints in sport, *Nutrients* 11 (1) (2018) 46
- Garner DM. *Eating Disorder Inventory-3: Professional Manual*. Lutz, FL: Psychological Assessment Resources, Inc; 2004.

- Garth AK, Burke LM. What do athletes drink during competitive sporting activities? *Sports Med.* 2013;43(7):539-564.
- Gepner Y., A.N. Varanoske, D. Boffey, J.R. Hoffman, Benefits of β -hydroxy- β -methylbutyrate supplementation in trained and untrained individuals, *Res. Sports Med.* 27 (2) (2019) 204–218.
- Getzin, A.R.; Milner, C.; Harkins, M. Fueling the Triathlete: Evidence-Based Practical Advice for Athletes of All Levels. *Curr. Sports Med. Rep.* 2017, 16, 240–246. [CrossRef]
- Getzin, A.R.; Milner, C.; LaFace, K.M. Nutrition Update for the Ultraendurance Athlete. *Curr. Sports Med. Rep.* 2011, 10, 330–339. [CrossRef] [PubMed]
- Goulet ED. Dehydration and endurance performance in competitive athletes. *Nutr Rev.* 2012;70(suppl 2):S132-S136.
- Graham T. Alcohol ingestion and man's ability to adapt to exercise in a cold environment. *Can J Appl Sport Sci.* 1981;6(1):27-31.
- Guebels CP, Kam LC, Maddalozzo GF, Manore MM. Active women before/after an intervention designed to restore menstrual function: Resting metabolic rate and comparison of four methods to quantify energy expenditure and energy availability. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2014;24(1):37-46.
- Haakonssen, E.C., Ross, M.L., Knight, E.J., Cato, L.E., Nana, A., Wluka, A.E., Burke, L.M. (2015). The effects of a calcium-rich preexercise meal on biomarkers of calcium homeostasis in competitive female cyclists: A randomised crossover trial. *PLoS ONE*, 10, e0123302
- Halliday TM, Peterson NJ, Thomas JJ, Kleppinger K, Hollis BW, Larson- Meyer DE. Vitamin D status relative to diet, lifestyle, injury, and illness in college athletes. *Med Sci Sports Exerc.* 2011;43(2):335-343.
- Hansen, A.K.; Fischer, C.P.; Plomgaard, P.; Andersen, J.L.; Saltin, B.; Pedersen, B.K. Skeletal Muscle Adaptation: Training Twice Every Second Day vs. Training Once Daily. *J. Appl. Physiol.* 2005, 98, 93–99. [CrossRef] [PubMed]
- Hartman JW, Tang JE, Wilkinson SB, et al. Consumption of fat-free fluid milk after resistance exercise promotes greater lean mass accretion than does consumption of soy or carbohydrate in young, novice, male weightlifters. *Am J Clin Nutr.* 2007;86(2):373-381.

- Havemann L, West SJ, Goedecke JH, et al. Fat adaptation followed by carbohydrate loading compromises high-intensity sprint performance. *J Appl Physiol.* 2006;100(1):194-202.
- Hawley JA, Burke LM, Phillips SM, Spriet LL. Nutritional modulation of training-induced skeletal muscle adaptations. *J Appl Physiol.* 2011;110(3):834-845.
- Hawley JA, Schabort EJ, Noakes TD, Dennis SC. Carbohydrate-loading and exercise performance. An update. *Sports Med.* 1997;24(2):73-81.
- Haymes E. Iron. In: Driskell J, Wolinsky I, eds. *Sports Nutrition: Vitamins and Trace Elements.* New York, NY: CRC/Taylor & Francis; 2006:203-216.
- Haynes J.T., J.R. Townsend, M.A. Aziz, M.D. Jones, L.A. Littlefield, M.D. Ruiz, K.D. Johnson, A.M. Gonzalez, Impact of red spinach extract supplementation on bench press performance, muscle oxygenation, and cognitive function in resistance-trained males, *Sports (Basel, Switzerland)* 9 (6) (2021) 77
- Health Canada. Eating Well with Canada's Food Guide. <http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/food-guide-aliment/index-eng.php>, Εξακριβώθηκε 7 Ιουλίου 2015
- Health Canada. Pathway for licensing natural health products making modern health claims. <http://www.hc-sc.gc.ca/dhpmpps/prodnatur/legislation/docs/moderneng.php#a11>, Εξακριβώθηκε 19 Αυγούστου 2015.
- Heaney, S., O'Connor, H., Michael, S., Gifford, J., & Naughton, G. (2011). Nutrition knowledge in athletes: A systematic review. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 21(3), 248–261
- Hespel, P., Op't Eijnde, B., Van Leemputte, M., Urso, B., Greenhaff, P.L., Labarque, V., Richter, E.A. (2001). Oral creatine supplementation facilitates the rehabilitation of disuse atrophy and alters the expression of muscle myogenic factors in humans. *The Journal of Physiology*, 536, 625–633
- Hew-Butler T, Rosner MH, Fowkes- Godek S, et al. Statement of the Third International Exercise-Associated Hyponatremia Consensus Development Conference, Carlsbad, California, 2015. *Clin J Sports Med.* 2015;25(4):303-320
- Hoffman JR, Ratamess NA, Tranchina CP, Rashti SL, Kang J, Faigenbaum AD. Effect of a proprietary protein supplement on recovery indices following resistance exercise in strength/power athletes. *Amino Acids.* 2010;38(3): 771-778

- Ihle, R., & Loucks, A.B. (2004). Dose-response relationships between energy availability and bone turnover in young exercising women. *Journal of Bone and Mineral Research*, 19, 1231–1240
- Institute of Medicine, Food and Nutrition Board. Dietary Reference intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids. Washington, DC: The National Academies Press; 2005
- International Organization for Standardization and International Electrotechnical Commission. General requirements for the competence of testing and calibration laboratories, Switzerland. ISO/IEC 17025: 2005 (E). ISO; 2005.
- Ivy JL, Res PT, Sprague RC, Widzer MO. Effect of a carbohydrate-protein supplement on endurance performance during exercise of varying intensity. *Int J Sports Nutr Exerc Metab*. 2003;13(3): 382-395
- Jäger, R.; Kerkick, C.M.; Campbell, B.I.; Cribb, P.J.; Wells, S.D.; Skwiat, T.M.; Purpura, M.; Ziegenfuss, T.N.; Ferrando, A.A.; Arent, S.M.; et al. International Society of Sports Nutrition Position Stand: Protein and Exercise. *J. Int. Soc. Sports Nutr*. 2017, 14, 20. [CrossRef] [PubMed]
- Jeukendrup A, Carter J, Maughan RJ. Competition fluid and fuel. In: Burke L, Deakin V, eds. *Clinical Sports Nutrition*. 5th ed. North Ryde NSW, Australia: McGraw-Hill Australia Pty Ltd; 2015: 377-419
- Jeukendrup AE. Carbohydrate and exercise performance: The role of multiple transportable carbohydrates. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2010;13(4): 452-457
- Jeukendrup AE. Nutrition for endurance sports: Marathon, triathlon, and road cycling. *J Sports Sci*. 2011;29(suppl 1): S91-S99
- Jeukendrup, A. A Step Towards Personalized Sports Nutrition: Carbohydrate Intake During Exercise. *Sports Med*. 2014, 44 (Suppl. 1), 25–33. [CrossRef] [PubMed]
- Jeukendrup, A.; Brouns, F.; Wagenmakers, A.J.; Saris, W.H. Carbohydrate-Electrolyte Feedings Improve 1 h Time Trial Cycling Performance. *Int. J. Sports Med*. 1997, 18, 125–129. [CrossRef]
- Jeukendrup, A.E.; Chambers, E.S. Oral Carbohydrate Sensing and Exercise Performance. *Curr. Opin. Clin. Nutr. Metab. Care* 2010, 13, 447–451. [CrossRef]
- Jeukendrup, A.E.; Jentjens, R.L.P.G.; Moseley, L. Nutritional Considerations in Triathlon. *Sports Med*. 2005, 35, 163–181. [CrossRef] [PubMed]

- Jeukendrup, A.E.; Moseley, L.; Mainwaring, G.I.; Samuels, S.; Perry, S.; Mann, C.H. Exogenous Carbohydrate Oxidation during Ultraendurance Exercise. *J. Appl. Physiol.* 2006, 100, 1134–1141. [CrossRef] [PubMed]
- Johnston, A.P., Burke, D.G., MacNeil, L.G., & Candow, D.G. (2009). Effect of creatine supplementation during cast-induced immobilization on the preservation of muscle mass, strength, and endurance. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 23, 116–120.
- Josse AR, Atkinson SA, Tarnopolsky MA, Phillips SM. Increased consumption of dairy foods and protein during diet- and exercise-induced weight loss promotes fat mass loss and lean mass gain in overweight and obese premenopausal women. *J Nutr.* 2011;141(9):1626-1634
- Josse AR, Tang JE, Tarnopolsky MA, Phillips SM. Body composition and strength changes in women with milk and resistance exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2010;42(6):1122-1130
- Kenefick RW, Cheuvront SN. Hydration for recreational sport and physical activity. *Nutr Rev.* 2012;70(suppl 2):S137-S142
- Koehle MS, Cheng I, Sporer B. Canadian Academy of Sport and Exercise Medicine position statement: Athletes at high altitude. *Clin J Sports Med.* 2014;24(2): 120-127.
- Kreider R.B., *Essentials of Exercise & Sport Nutrition: Science to Practice* Lulu Press, 2019.
- Lagowska K, Kapczuk K, Friebe Z, Bajerska J. Effects of dietary intervention in young female athletes with menstrual disorders. *J Int Soc Sports Nutr.* 2014;11:21.
- Lappe, J., Cullen, D., Haynatzki, G., Recker, R., Ahlf, R., & Thompson, K. (2008). Calcium and vitamin D supplementation decreases incidence of stress fractures in female navy recruits. *Journal of Bone and Mineral Research*, 23, 741–749.
- Larson-Meyer DE, Willis KS. Vitamin D and athletes. *Curr Sports Med Rep.* 2010;9(4):220-226.
- Lee JM, Kim Y, Welk GJ. Validity of consumer-based physical activity monitors. *Med Sci Sports Exerc.* 2014;46(9): 1840-1848.
- Lewis RM, Redzic M, Thomas DT. The effects of season-long vitamin D supplementation on collegiate swimmers and divers. *Int J Sports Nutr Exerc Metab.* 2013;23(5):431-440.

- Loucks AB. Energy balance and energy availability. In: Maughan RJ, ed. Sports Nutrition, The Encyclopaedia of Sports Medicine, an IOC Medical Commission Publication. West Sussex, UK: John Wiley & Sons, Ltd; 2013:72-87.
- Lourenco S, Oliveira A, Lopes C. The effect of current and lifetime alcohol consumption on overall and central obesity. *Eur J Clin Nutr.* 2012;66(7):813-818.
- Lukaski HC. Vitamin and mineral status: Effects on physical performance. *Nutrition.* 2004;20(7-8):632-644.
- Manore M, Thompson J. Energy requirements of the athlete: Assessment and evidence of energy efficiency. In: Burke L, Deakin V, eds. *Clinical Sports Nutrition.* 5th ed. Sydney, Australia: McGraw-Hill; 2015:114-139.
- Maughan R.J., L.M. Burke, J. Dvorak, D.E. Larson-Meyer, P. Peeling, S.M. Phillips, E.S. Rawson, N.P. Walsh, I. Garthe, H. Geyer, R. Meeusen, L. van Loon, S. M. Shirreffs, L.L. Spriet, M. Stuart, A. Vernec, K. Currell, V.M. Ali, R.G. Budgett, A. Ljungqvist, L. Engebretsen, IOC consensus statement: dietary supplements and the high-performance athlete, *Br. J. Sports Med.* 52 (7) (2018) 439–455.
- Maughan RJ, Gleeson M. *The Biochemical Basis of Sports Performance.* Oxford, United Kingdom: Oxford University Press; 2010.
- Maughan RJ. Risks and rewards of dietary supplement use by athletes. In: Maughan RJ, ed. Sports Nutrition, The Encyclopaedia of Sports Medicine, an IOC Medical Commission Publication. 1st ed. West Sussex, UK: John Wiley & Sons Ltd; 2014.
- McBryde, A.M., Jr. (1985). Stress fractures in runners. *Clinical Sports Medicine*, 4, 737–752.
- McClung JP, Karl JP, Cable SJ, et al. Randomized, double-blind, placebocontrolled trial of iron supplementation in female soldiers during military training: Effects on iron status, physical performance, and mood. *Am J Clin Nutr.* 2009;90(1):124-131.
- Mettler S, Mitchell N, Tipton KD. Increased protein intake reduces lean body mass loss during weight loss in athletes. *Med Sci Sports Exerc.* 2010; 42(2):326-337.
- Meyer NL, Manore MM, Helle C. Nutrition for winter sports. *J Sports Sci.* 2011;29(suppl 1):S127-S136.
- Miller BF, Olesen JL, Hansen M, et al. Coordinated collagen and muscle protein synthesis in human patella tendon and quadriceps muscle after exercise. *J Physiol.* 2005;567(pt 3):1021-1033.

- Miller, J.R., Dunn, K.W., Ciliberti, L.J., Jr., Patel, R.D., & Swanson, B.A. (2016). Association of vitamin D with stress fractures: A retrospective cohort study. *The Journal of Foot & Ankle Surgery*, 55, 117–120.
- Moore DR, Phillips SM, Slater G. Protein. In: Deakin V, Burke L, eds *Clinical Sports Nutrition*. 5th ed. Sydney, Australia: McGraw-Hill Education; 2015:94-113.
- Moore DR, Robinson MJ, Fry JL, et al. Ingested protein dose response of muscle and albumin protein synthesis after resistance exercise in young men. *Am J Clin Nutr*. 2009;89(1):161-168.
- Moran DS, McClung JP, Kohen T, Lieberman HR. Vitamin D and physical performance. *Sports Med*. 2013;43(7): 601-611.
- Moran, D.S., Heled, Y., Arbel, Y., Israeli, E., Finestone, A.S., Evans, R.K., & Yanovich, R. (2012). Dietary intake and stress fractures among elite male combat recruits. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 9, 6.
- Mountjoy M, Alonso JM, Bergeron MF, et al. Hyperthermic-related challenges in aquatics, athletics, football, tennis and triathlon. *Br J Sports Med*. 2012;46(11): 800-804.
- Mountjoy M, Sundgot-Borgen J, Burke L, et al. The IOC consensus statement: Beyond the female athlete triad—Relative Energy Deficiency in Sport (RED-S). *Br J Sports Med*. 2014;48(7):491-497.
- Mountjoy, M., Sundgot-Borgen, J., Burke, L., Carter, S., Constantini, N., Lebrun, C., Ljungqvist, A. (2014). The IOC consensus statement: Beyond the female athlete triad—Relative Energy Deficiency in Sport (RED-S). *British Journal of Sports Medicine*, 48, 491–497.
- Myburgh, K.H., Hutchins, J., Fataar, A.B., Hough, S.F., & Noakes, T.D. (1990). Low bone density is an etiologic factor for stress fractures in athletes. *Annals of Internal Medicine*, 113, 754–759. PubMed ID: 1978620 doi:10.7326/0003-4819-113-10-754
- Nattiv A, Loucks AB, Manore MM, et al. American College of Sports Medicine position stand. The female athlete triad. *Med Sci Sports Exerc*. 2007;39(10):1867-1882.
- Nattiv, A., Loucks, A.B., Manore, M.M., Sanborn, C.F., Sundgot-Borgen, J., Warren, M.P., and American College of Sports Medicine. (2007). American College of Sports Medicine position stand. The female athlete triad. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39, 1867–1882.

- Nickols-Richardson SM, Beiseigel JM, Gwazdauskas FC. Eating restraint is negatively associated with biomarkers of bone turnover but not measurements of bone mineral density in young women. *J Am Diet Assoc.* 2006;106(7): 1095-1101.
- Nieman D.C., Exercise immunology: nutritional countermeasures, *Canad. J. Appl. Physiol. Revue Canad. De Physiol. Appl.* 26 (2001) S45–S55.
- Nieves, J.W., Melsop, K., Curtis, M., Kelsey, J.L., Bachrach, L.K., Greendale, G., Sainani, K.L. (2010). Nutritional factors that influence change in bone density and stress fracture risk among young female cross-country runners. *Physical Medicine and Rehabilitation*, 2, 740–750.
- Noakes, T.D. Physiological Models to Understand Exercise Fatigue and the Adaptations That Predict or Enhance Athletic Performance. *Scand. J. Med. Sci. Sports* 2000, 10, 123–145. [CrossRef]
- O'Connor H, Slater G. Losing, gaining and making weight for athletes. In: Lanham-New S, Stear S, Sherriffs M, Collins A, eds. *Sport and Exercise Nutrition*. West Sussex, UK: Wiley-Blackwell; 2011:210-232.
- Ogden, J. (2016). Celebrating variability and a call to limit systematisation: The example of the behaviour change technique taxonomy and the behaviour change wheel. *Health Psychology Review*, 10(3), 245–250.
- Ormsbee MJ, Bach CW, Baur DA. Preexercise nutrition: The role of macronutrients, modified starches and supplements on metabolism and endurance performance. *Nutrients*. 2014;6(5):1782-1808.
- Owens, D.J., Allison, R., & Close, G.L. (2018). Vitamin D and the athlete: Current perspectives and new challenges. *Sports Medicine*, 48, 3–16.
- Owens, D.J., Sharples, A.P., Polydorou, I., Alwan, N., Donovan, T.F., Tang, J., Close, G.L. (2015). A systems based investigation into vitamin D and skeletal muscle repair, regeneration and hypertrophy. *American Journal of Physiology—Endocrinology and Metabolism*, 309, E1019–E1031.
- Owens, D.J., Twist, C., Copley, J.N., Howatson, G., & Close, G.L. (2019). Exercise-induced muscle damage: What is it, what causes it and what are the nutritional solutions? *European Journal of Sport Science*, 19(1), 71–85.
- Palacios, C. (2006). The role of nutrients in bone health, from A to Z. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 46, 621–628.

- Papageorgiou, M., Dolan, E., Elliott-Sale, K.J., & Sale, C. (2018a). Reduced energy availability: Implications for bone health in physically active populations. *European Journal of Nutrition*, 57, 847–859. doi:10.1007/s00394-017-1498-8.
- Papageorgiou, M., Elliott-Sale, K.J., Parsons, A., Tang, J.C.Y., Greeves, J.P., Fraser, W.D., & Sale, C. (2017). Effects of reduced energy availability on bone metabolism in women and men. *Bone*, 105, 191–199. PubMed ID: 28847532 doi:10.1016/j.bone.2017.08.019.
- Papageorgiou, M., Martin, D., Colgan, H., Cooper, S., Greeves, J.P., Tang, J.C.Y. Sale, C. (2018b). Bone metabolic responses to low energy availability achieved by diet or exercise in active eumenorrheic women. *Bone*, 114, 181–188. doi:10.1016/j.bone.2018.06.016.
- Peeling P, Dawson B, Goodman C, Landers G, Trinder D. Athletic induced iron deficiency: New insights into the role of inflammation, cytokines and hormones. *Eur J Appl Physiol*. 2008;103(4):381-391.
- Peeling P, Sim M, Badenhorst CE, et al. Iron status and the acute post-exercise hepcidin response in athletes. *PloS ONE*. 2014;9(3):e93002.
- Peeling, P., Binnie, M.J., Goods, P.S.R., Sim, M., & Burke, L.M. (2018). Evidence-based supplements for the enhancement of athletic performance. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 28(2), 178–187.
- Pennings B, Boirie Y, Senden JM, Gijsen AP, Kuipers H, van Loon LJ. Whey protein stimulates postprandial muscle protein accretion more effectively than do casein and casein hydrolysate in older men. *Am J Clin Nutr*. 2011;93(5): 997-1005.
- Peternelj TT, Coombes JS. Antioxidant supplementation during exercise training: Beneficial or detrimental? *Sports Med*. 2011;41(12):1043-1069.
- Petersen E.W., K. Ostrowski, T. Ibfelt, M. Richelle, E. Offord, J. Halkjaer- Kristensen, B.K. Pedersen, Effect of vitamin supplementation on cytokine response and on muscle damage after strenuous exercise, *Am. J. Physiol. Cell Physiol*. 280 (6) (2001) C1570–C1575.
- Phillips SM, Moore DR, Tang JE. A critical examination of dietary protein requirements, benefits, and excesses in athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2007;17(suppl 17):S58-S76.

- Phillips SM, Van Loon LJ. Dietary protein for athletes: From requirements to optimum adaptation. *J Sports Sci.* 2011;29(suppl 1):S29-S38.
- Phillips SM. Dietary protein requirements and adaptive advantages in athletes. *Br J Nutr.* 2012;108(suppl 2):S158-S167.
- Philp A, Hargreaves M, Baar K. More than a store: Regulatory roles for glycogen in skeletal muscle adaptation to exercise. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2012;302(11):E1343-E1351.
- Phinney SD, Bistrian BR, Evans WJ, Gervino E, Blackburn GL. The human metabolic response to chronic ketosis without caloric restriction: Preservation of submaximal exercise capability with reduced carbohydrate oxidation. *Metab Clin Experiment.* 1983;32(8): 769-776.
- Pojednic RM, Ceglia L. The emerging biomolecular role of vitamin D in skeletal muscle. *Exerc Sport Sci Rev.* 2014;42(2):76-81.
- Ranson, C.A., Burnett, A.F., & Kerslake, R.W. (2010). Injuries to the lower back in elite fast bowlers: Acute stress changes on MRI predict stress fracture. *Journal of Bone and Joint Surgery—British*, 92, 1664–1668.
- Rehrer NJ, van Kemenade M, Meester W, Brouns F, Saris WH. Gastrointestinal complaints in relation to dietary intake in triathletes. *Int J Sports Nutr.* 1992;2(1):48-59.
- Rodriguez NR, Vislocky LM, Gaine PC. Dietary protein, endurance exercise, and human skeletal-muscle protein turnover. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* 2007;10(1):40-45.
- Rosenbloom CA, Coleman EJ. *Sports Nutrition: A Practice Manual for Professionals.* Chicago, IL: Academy of Nutrition & Dietetics; 2012.
- Ross ML, Martin DS. Heat and altitude. In: Deakin V, Burke L, eds. *Clinical Sports Nutrition.* 5th ed. Sydney, Australia: McGraw-Hill Education; 2015:767-791.
- Roza AM, Shizgal HM. The Harris Benedict equation reevaluated: Resting energy requirements and the body cell mass. *Am J Clin Nutr.* 1984;40(1):168-182.
- Ruohola JP, Laaksi I, Ylikomi T, et al. Association between serum 25(OH)D concentrations and bone stress fractures in Finnish young men. *J Bone Mineral Res.* 2006;21(9):1483-1488.

- San Juan A.F., R. Dominguez, 'A. Lago-Rodríguez, J.J. Montoya, R. Tan, S.J. Bailey, Effects of dietary nitrate supplementation on weightlifting exercise performance in healthy adults: a systematic review, *Nutrients* 12 (8) (2020) 2227.
- Sanchez-Martinez J., A. Santos-Lozano, A. Garcia-Hermoso, K.P. Sadarangani, C. Cristi-Montero, Effects of beta-hydroxy-beta-methylbutyrate supplementation on strength and body composition in trained and competitive athletes: a metaanalysis of randomized controlled trials, *J. Sci. Med. Sport* 21 (7) (2018) 727–735.
- Schoenfeld BJ, Ratamess NA, Peterson MD, Contreras B, Sonmez GT, Alvar BA. Effects of different volume-equated resistance training loading strategies on muscular adaptations in well-trained men. *J Strength Condition Res.* 2014;28(10):2909-2918.
- Senefeld J.W., C.C. Wiggins, R.J. Regimbal, P.B. Dominelli, S.E. Baker, M.J. Joyner, Ergogenic effect of nitrate supplementation: a systematic review and meta-analysis, *Med. Sci. Sports Exerc.* 52 (10) (2020) 2250–2261.
- Shirreffs SM, Sawka MN. Fluid and electrolyte needs for training, competition, and recovery. *J Sports Sci.* 2011;29(suppl 1):S39-S46.
- Silva, T.d.A.e.; de Souza, M.E.D.C.A.; de Amorim, J.F.; Stathis, C.G.; Leandro, C.G.; Lima-Silva, A.E. Can Carbohydrate Mouth Rinse Improve Performance during Exercise? A Systematic Review. *Nutrients* 2013, 6, 1–10. [CrossRef] [PubMed]
- Sim M, Dawson B, Landers G, Trinder D, Peeling P. Iron regulation in athletes: Exploring the menstrual cycle and effects of different exercise modalities on hepcidin production. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2014;24(2):177-187.
- Sinha A, Hollingsworth KG, Ball S, Cheetham T. Improving the vitamin D status of vitamin D deficient adults is associated with improved mitochondrial oxidative function in skeletal muscle. *J Clin Endocrinol Metab.* 2013;98(3): E509-E513.
- Spriet LL. New insights into the interaction of carbohydrate and fat metabolism during exercise. *Sports Med.* 2014;44 (suppl 1):S87-S96.
- Spriet, L.L. New Insights into the Interaction of Carbohydrate and Fat Metabolism during Exercise. *Sports Med.* 2014, 44 (Suppl. 1), S87–S96. [CrossRef]
- Steffes GD, Megura AE, Adams J, et al. Prevalence of metabolic syndrome risk factors in high school and NCAA division I football players. *J Strength Condition Res.* 2013;27(7):1749-1757.

- Stellingwerff T, Cox GR. Systematic review: Carbohydrate supplementation on exercise performance or capacity of varying durations. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2014;39(9):998-1011.
- Stellingwerff T, Maughan RJ, Burke LM. Nutrition for power sports: Middledistance running, track cycling, rowing, canoeing/kayaking, and swimming. *J Sport Sci*. 2011;29(suppl 1):S79-S89.
- Stellingwerff T, Spriet LL, Watt MJ, et al. Decreased PDH activation and glycogenolysis during exercise following fat adaptation with carbohydrate restoration. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 2006;290(2):E380-E388.
- Stellingwerff T. Contemporary nutrition approaches to optimize elite marathon performance. *Int J Sports Physiol Perform*. 2013;8(5):573-578.
- Stellingwerff, T. (2018). Case study: Body composition periodization in an Olympic-level female middle-distance runner over a 9-year career. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 28, 428–433.
- Sundgot-Borgen J, Garthe I. Elite athletes in aesthetic and Olympic weight-class sports and the challenge of body weight and body compositions. *J Sport Sci*. 2011;29(suppl 1):S101-S114.
- Sundgot-Borgen J, Meyer NL, Lohman TG, et al. How to minimise the health risks to athletes who compete in weight-sensitive sports review and position statement on behalf of the Ad Hoc Research Working Group on Body Composition, Health and Performance, under the auspices of the IOC Medical Commission. *Br J Sports Med*. 2013;47(16):1012-1022.
- Thomas, D.T.; Erdman, K.A.; Burke, L.M. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and Athletic Performance. *J. Acad. Nutr. Diet*. 2016, 116, 501–528. [CrossRef]
- Thong, F.S., McLean, C., & Graham, T.E. (2000). Plasma leptin in female athletes: relationship with body fat, reproductive, nutritional, and endocrine factors. *Journal of Applied Physiology*, 88(6), 2037–2044.
- Tipton KD, Elliott TA, Cree MG, Aarsland AA, Sanford AP, Wolfe RR. Stimulation of net muscle protein synthesis by whey protein ingestion before and after exercise. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 2007;292(1):E71-E76.

- Tipton KD, Rasmussen BB, Miller SL, et al. Timing of amino acid-carbohydrate ingestion alters anabolic response of muscle to resistance exercise. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2001;281(2): E197-E206.
- Tipton KD, Witard OC. Protein requirements and recommendations for athletes: Relevance of ivory tower arguments for practical recommendations. *Clin Sports Medicine.* 2007;26(1):17-36.
- Trexler E.T., A.E. Smith-Ryan, J.R. Stout, J.R. Hoffman, C.D. Wilborn, C. Sale, R. B. Kreider, R. Jäger, C.P. Earnest, L. Bannock, B. Campbell, D. Kalman, T. N. Ziegenfuss, J. Antonio, International society of sports nutrition position stand: beta-Alanine, *Sports Nutr. Rev. J.* 12 (2015) 30.
- US Department of Health and Human Services and US Department of Agriculture. 2015 e 2020 Dietary Guidelines for Americans. 8th Edition. December 2015. <http://health.gov/dietaryguidelines/2015/guidelines/>, Εξακριβώθηκε 5 Φεβρουαρίου 2016.
- van Essen M, Gibala MJ. Failure of protein to improve time trial performance when added to a sports drink. *Med Sci Sports Exerc.* 2006;38(8):1476-1483.
- van Loon LJ. Is there a need for protein ingestion during exercise? *Sports Med.* 2014;44(suppl 1):S105-S111.
- Verster JC. The alcohol hangover—A puzzling phenomenon. *Alcohol Alcoholism.* 2008;43(2):124-126.
- Volek JS, Noakes T, Phinney SD. Rethinking fat as a fuel for endurance exercise. *Eur J Sport Sci.* 2014:1-8.
- Volpe SL, Bland E. Vitamins, minerals, and exercise. In: Rosenbloom CA, Coleman EJ, eds. *Sports Nutrition: A Practice Manual for Professionals*. 5th ed. Chicago, IL: Academy of Nutrition and Dietetics; 2012:75-105.
- Wall BT, Morton JP, van Loon LJ. Strategies to maintain skeletal muscle mass in the injured athlete: Nutritional considerations and exercise mimetics. *Eur J Sport Sci.* 2015;15(1):53-62.
- Watson TA, MacDonald-Wicks LK, Garg ML. Oxidative stress and antioxidants in athletes undertaking regular exercise training. *Int J Sports Nutr Exerc Metab.* 2005;15(2):131-146.

- Wentz L, Liu PY, Ilich JZ, Haymes EM. Dietary and training predictors of stress fractures in female runners. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2012;22(5):374-382.
- Woolf K, Manore MM. B-vitamins and exercise: Does exercise alter requirements? *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2006;16(5):453-484.
- Zimmermann, E.A., Busse, B., & Ritchie, R.O. (2015). The fracture mechanics of human bone: Influence of disease and treatment. *Bonekey Reports*, 4, 743.