

Διατροφικές ανάγκες ασκούμενων σε κρύο περιβάλλον

ΠΕΤΡΙΔΟΥ ΑΝΑΤΟΛΗ, ΜΟΥΓΙΟΣ ΒΑΣΙΛΗΣ, ΔΕΛΗΓΙΑΝΝΗΣ ΑΣΤΕΡΙΟΣ

Περίληψη

Η διαμονή και άσκηση σε κρύο περιβάλλον δημιουργεί ορισμένες ιδιαίτερες διατροφικές ανάγκες, των οποίων η γνώση και ικανοποίηση συμβάλλει στην προστασία της υγείας και στην αύξηση της απόδοσης. Σε ό,τι αφορά τις ενεργειακές ανάγκες, θα πρέπει να καλύπτονται κυρίως από τους υδατάνθρακες, ενώ δε φαίνεται να ευσταθεί η αντίληψη ότι στο κρύο πρέπει να προσλαμβάνονται περισσότερα λίπη. Ο κίνδυνος υποθερμίας μπορεί να αντιμετωπιστεί με την ενίσχυση της θερμογενετικής δράσης του ρίγους και της τροφής, καθώς και με την πρόσληψη καφεΐνης και ξανθινών με τη μορφή φαρμακευτικών σκευασμάτων. Από τις βιταμίνες, δεν πρέπει να λαμβάνονται συμπληρωματικά της Α λόγω της τοξικότητάς της, ενώ, αντίθετα, συμπληρωματική πρόσληψη θειαμίνης θα μπορούσε να αυξήσει την απόδοση. Σε ό,τι αφορά τα ανόργανα συστατικά, προσοχή χρειάζεται στην εξασφάλιση επάρκειας σιδήρου με την κατάλληλη διατροφή και, στην ανάγκη, με τη χορήγηση συμπληρωματικών. Τέλος, η αυξημένη αφυδάτωση στο κρύο μπορεί να αντιμετωπιστεί με την εξασφάλιση ποσοτήτων νερού σε υγρή μορφή και την πρόσληψη διαλυμάτων γλυκερόλης.

Λέξεις κλειδιά: κρύο, διατροφή, άσκηση.

Εισαγωγή

Ορειβάτες, χιονοδρόμοι, αθλητές διαφόρων αγωνισμάτων κατά την περίοδο προετοιμασίας και στρατιώτες καλούνται πολλές φορές να ασκηθούν σε κρύο περιβάλλον. Σε τέτοιου είδους περιβαλλοντικές συνθήκες οι διατροφικές απαιτήσεις του οργανισμού αλλάζουν και συνήθως αυξάνονται. Σκοπός της παρούσας ανασκόπησης είναι η παρουσίαση αυτών των απαιτήσεων, αφού η ικανοποίησή τους φαίνε-

ται να παίζει σημαντικό ρόλο στην ανοχή των χαμηλών θερμοκρασιών, στην αναχαίτιση της υποθερμίας και στη βελτίωση της απόδοσης.

Αρχικά παρουσιάζονται οι ενεργειακές απαιτήσεις του οργανισμού κατά τη διαμονή και άσκηση στο κρύο, καθώς και η θερμογενετική δράση του ρίγους και της τροφής. Στη συνέχεια, γίνεται αναφορά σε βιταμίνες και ανόργανα συστατικά που παρουσιάζουν ιδιαιτερότητες κατά την έκθεση στο κρύο. Ακολουθεί

εκτενής αναφορά στο πρόβλημα της αφυδάτωσης, το οποίο είναι έντονο στο κρύο, και υποδεικνύονται τρόποι αντιμετώπισής του. Τέλος, παρουσιάζονται μέθοδοι καθυστέρησης της υποθερμίας με πρόσληψη ουσιών φαρμακευτικής υφής που μπορεί να αποτελούν συστατικά της τροφής.

Ενεργειακές απαιτήσεις κατά την άσκηση σε κρύο περιβάλλον

Οι ενεργειακές απαιτήσεις αυξάνονται στο κρύο λόγω της ανάγκης για μεγαλύτερη παραγωγή θερμότητας, της αυξημένης δυσκολίας βάδισης στο χιόνι και σε κεκλιμένο έδαφος, καθώς και του ιδιαίτερου ρουχισμού που απαιτείται και του φορτίου που μεταφέρει κάθε άτομο. Ιδιαίτερα η αυξημένη παραγωγή θερμότητας είναι απαραίτητη για την αντιμετώπιση του κινδύνου υποθερμίας, η οποία μειώνει την απόδοση και μπορεί να απειλήσει τη ζωή.

Ένας βασικός μηχανισμός αύξησης της παραγωγής θερμότητας από το σώμα στο κρύο είναι το ρίγος. Κατά την ιδιαίτερη αυτή λειτουργία των μυών η ενεργειακή δαπάνη ηρεμίας αυξάνεται κατά 4-5 φορές και μέρος αυτής της αύξησης τροφοδοτείται από το μυϊκό γλυκόγονο (Martineau & Jacobs 1988). Από το εύρημα αυτό προκύπτει η πιθανότητα επηρεασμού της θερμογένεσης με ρίγος από τα επίπεδα μυϊκού γλυκογόνου. Πραγματικά, μελέτη των ίδιων ερευνητών (Martineau & Jacobs 1989a) έδειξε ότι η πρόκληση χαμηλής συγκέντρωσης μυϊκού γλυκογόνου με συνδυασμό διατροφής και άσκησης είχε ως αποτέλεσμα την παραγωγή σημαντικά λιγότερης μεταβολικής θερμότητας και τη γρηγορότερη πτώση της θερμοκρασίας του σώματος κατά την έκθεση στο κρύο σε σύγκριση με κανονική συγκέντρωση μυϊκού γλυκογόνου.

Ωστόσο, σε άλλη έρευνα με παρόμοιο σχεδιασμό (Young et al. 1989) δε βρέθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ χαμηλής και κανονικής συγκέντρωσης γλυκογόνου. Η διαφορά ανάμεσα στις δύο μελέτες ίσως οφείλεται στο ότι οι εθελοντές της πρώτης είχαν λιγότερο σωματικό λίπος από εκείνους της δεύτερης (9% έναντι 16%), άρα μικρότερη θερμορυθμιστική ικανότητα.

Ορισμένα ζώα ανταποκρίνονται στην έκθεση στο κρύο με την αύξηση της παραγωγής μεταβολικής θερμότητας από ιστούς που δε συστέλλονται και ιδιαίτερα από το φαιό λιπώδη ιστό. Ωστόσο, δεν υπάρχουν σαφείς ενδείξεις για τέτοια ανταπόκριση στον άνθρωπο.

Ένας άλλος μηχανισμός που θα μπορούσε να αξιοποιηθεί για την παραγωγή θερμότητας στο κρύο είναι η θερμογενετική δράση της τροφής, η οποία μπορεί να τροποποιηθεί ανάλογα με τη σύσταση της τελευταίας. Συγκεκριμένα, μεγαλύτερη θερμογενετική δράση έχουν οι πρωτεΐνες, ενδιάμεση οι υδατάνθρακες και χαμηλότερη τα λίπη. Επιπλέον, λόγω της πιο αργής τους απορρόφησης, η θερμογενετική δράση των πρωτεϊνών μπορεί να διαρκέσει μέχρι 6 ώρες (LeBlanc 1996). Έτσι, ένα άτομο που πρόκειται να κοιμηθεί σε αλπικές συνθήκες μέσα σε μη θερμαινόμενη σκηνή (όπως είναι συνήθως οι σκηνές των ορειβατών) θα μπορούσε να ωφεληθεί από την πρόσληψη πρωτεϊνών προς το τέλος της ημέρας. Αντίθετα, οι υδατάνθρακες, λόγω της γρήγορης απορρόφησής τους, θα ήταν περισσότερο χρήσιμοι στο ξεκίνημα και στη διάρκεια της ημέρας. Η άποψη ότι απαιτείται μεγάλη πρόσληψη λιπών σε κρύο περιβάλλον δεν υποστηρίζεται από σχετικές μελέτες (Flatt et al. 1985, Schutz et al. 1989). Δεν υπάρχει ομοφωνία ως προς την επίδραση των χαμηλών θερμοκρασιών στην αναλογία

καύσης υδατανθράκων και λιπών για την παραγωγή ενέργειας. Ενώ σε δύο μελέτες αναφέρεται αυξημένη καύση υδατανθράκων σε κρύο αέρα (Vallerand & Jacobs 1989) ή νερό (Martineau & Jacobs 1989b), σε άλλη μελέτη βρέθηκε καύση λιπών σε κρύο αέρα (Timmons et al. 1985). Στη βάση αυτών δεν μπορούμε να προτείνουμε για τους ασκούμενους στο κρύο κάτι διαφορετικό από τη γενική σύσταση για πρόσληψη της πλειονότητας της ενέργειας από τους υδατάνθρακες. Η σύσταση αυτή δε φαίνεται να τηρείται από συμμετέχοντες σε αποστολές σε κρύο περιβάλλον, όπως έδειξαν μελέτες των Hoyt et al. (1991) και King et al. (1993), στις οποίες αναφέρονται ποσοστά πρόσληψης υδατανθράκων, λιπών και πρωτεϊνών 49-38-13% και 47-37-16%, αντίστοιχα.

Βιταμίνες και κρύο περιβάλλον

Από τις λιποδιαλυτές βιταμίνες, ιδιαίτερη προσοχή σε ψυχρό περιβάλλον απαιτείται στην πρόσληψη της Α, για την οποία υπάρχουν αναφορές υπερβιταμίνωσης σε αλπικές και πολικές αποστολές, με σοβαρές εκδηλώσεις τοξικότητας. Η υπερβιταμίνωση Α προκλήθηκε από την κατανάλωση συκωτιών από σκύλους, φώκιες, πολικές αρκούδες και τάρανδους λόγω έλλειψης κανονικής τροφής (Shearman 1978). Είναι γνωστό ότι χρειάζεται 0,5-2 έτη για να εμφανιστεί αβιταμίνωση σε ένα άτομο με ελλιπή πρόσληψη βιταμίνης Α (Reynolds 1996) και επειδή με τη διάσπαση του σωματικού λίπους απελευθερώνεται η αποθηκευμένη σε αυτό βιταμίνη Α, είναι ασφαλέστερο να αποφεύγονται συμπληρωματικά της πριν ή στη διάρκεια μιας αποστολής σε κρύο περιβάλλον.

Από τις υδατοδιαλυτές βιταμίνες, ιδιαίτερο ρόλο στην παραμονή και άσκηση στο κρύο

παίζει η θειαμίνη και συγκεκριμένα το παράγωγο της πυροφωσφορική θειαμίνη. Η τελευταία είναι συνένζυμο της αφυδρογονάσης του πυροσταφυλικού οξέος, ενζύμου καθοριστικού για την αερόβια παραγωγή ενέργειας από τους υδατάνθρακες. Σε περίπτωση ανεπαρκούς πρόσληψη θειαμίνης, μειώνεται η συνεισφορά ενέργειας από τους υδατάνθρακες για τη σωματική δραστηριότητα και τη θερμογένεση στο κρύο. Έχει αναφερθεί ότι 10-14 ημέρες είναι αρκετές για την εμφάνιση συμπτωμάτων ανεπάρκειας θειαμίνης (Reynolds 1996). Επειδή πολλές αποστολές ορειβάσις διαρκούν τόσες ή περισσότερες ημέρες, η πρόσληψη συμπληρωμάτων θειαμίνης θα μπορούσε να βοηθήσει στην καλύτερη απόδοση του οργανισμού σε κρύο περιβάλλον, δεδομένου μάλιστα ότι η βιταμίνη αυτή χαρακτηρίζεται από χαμηλή τοξικότητα.

Κατάσταση σιδήρου και θερμοαντοχή σε κρύο περιβάλλον

Από τα ανόργανα συστατικά, ιδιαίτερη σημασία στο κρύο περιβάλλον παρουσιάζει ο σίδηρος. Έλλειψή του στους μυς μειώνει τη συστατική τους ικανότητα, πιθανά λόγω της μείωσης της δραστηριότητας των μιτοχονδριακών ενζύμων που περιέχουν σίδηρο και που απαιτούνται για την αερόβια παραγωγή ATP (Davies et al. 1984). Αυτή η ελάττωση της μυϊκής λειτουργίας μπορεί να επηρεάσει αρνητικά την ικανότητα των σιδηροπενικών ατόμων να παράγουν θερμότητα μέσω του ρίγους.

Σε γυναίκες με σιδηροπενική αναιμία διαπιστώθηκαν χαμηλότερες εσωτερικές θερμοκρασίες (μετρημένες στο ορθό) κατά την έκθεση σε κρύο νερό σε σύγκριση με ομάδα ελέγχου που είχε παρόμοια ποσοστά σωματικού λίπους (Beard et al. 1990). Όταν η αναι-

μία των παραπάνω γυναικών διορθώθηκε με συμπλήρωμα σιδήρου, βελτιώθηκε η ικανότητα διατήρησης της θερμοκρασίας του σώματος σε κρύο περιβάλλον. Σε άλλη μελέτη, γυναίκες με χαμηλή κατάσταση σιδήρου είχαν μικρότερη ικανότητα διατήρησης της θερμοκρασίας του σώματος κατά την έκθεση σε κρύο αέρα παρά όταν η κατάσταση σιδήρου αποκαταστάθηκε (Lucaski et al. 1990). Οι εν λόγω μελέτες δείχνουν ότι η χαμηλή κατάσταση σιδήρου μειώνει την αντοχή στο κρύο. Επομένως, είναι σημαντικό πριν από την παρατεταμένη έκθεση σε ψυχρό περιβάλλον να εξασφαλίζεται πληρότητα σιδήρου με την κατάλληλη διατροφή και, στην ανάγκη, με τη χορήγηση συμπληρωμάτων.

Τέλος, υπάρχουν ενδείξεις από πειραματόζωα ότι η σιδηροπενία μεταβάλλει το νευροορμονικό έλεγχο θερμορυθμιστικών κέντρων στον εγκέφαλο μέσω επιδράσεων στη ντοπαμίνη, τη σεροτονίνη και τη νορεπινεφρίνη (Beard 1996).

Αφυδάτωση σε κρύο περιβάλλον και αντιμετώπισή της

Κατά την ηρεμία σε ήπιο (από πλευράς θερμοκρασίας) περιβάλλον, η ποσότητα του σωματικού νερού παράμενει μέσα σε στενά όρια και δεν αυξομειώνεται πέρα από 0,2% του σωματικού βάρους (Greenleaf 1992). Αυτή η αυστηρή ρύθμιση επιτυγχάνεται μέσω της απορρόφησης νερού από την τροφή, την παραγωγή μεταβολικού νερού από τις βιοχημικές αντιδράσεις και της λειτουργίας συστημάτων που ρυθμίζουν την απώλεια νερού, όπως το κυκλοφορικό, το αναπνευστικό και το ορμονικό. Σε ακραίες κλιματικές συνθήκες, όμως, η παραπάνω ομοιότητα του σωματικού νερού διαταράσσεται. Αυτό γίνεται εύκολα κατανοητό για το πολύ ζεστό αλλά όχι τό-

σο για το κρύο περιβάλλον. Ωστόσο, ερευνητές έχουν αναφέρει παραπλήσιες απώλειες σωματικού νερού στις δύο αυτές περιβαλλοντικές συνθήκες. Για παράδειγμα, στρατιώτες αφυδατώνονται συχνά σε ποσοστό 3-8% του σωματικού τους βάρους κατά τη διάρκεια αποστολών σε κρύο περιβάλλον (Freund & Sawka 1996).

Οι σημαντικότεροι παράγοντες που συμβάλλουν στην αφυδάτωση στο κρύο είναι η προκαλούμενη από το κρύο διούρηση, η αυξημένη εφίδρωση, η αυξημένη αποβολή υδρατμών μέσω της εκπνοής και η μειωμένη πρόσληψη υγρών. Σε ό, τι αφορά τον πρώτο παράγοντα, γενική είναι η διαπίστωση ότι η έκθεση στο κρύο προκαλεί αυξημένη παραγωγή ούρων, ωστόσο, υπάρχουν αντικρουόμενες απόψεις για τα αίτια αυτής της αύξησης. Ως πιθανά αίτια έχουν προταθεί η μείωση της αντιδιουρητικής ορμόνης στο πλάσμα (Bader et al. 1952, Eliot et al. 1949) και η αυξημένη αρτηριακή πίεση, που έχει ως αποτέλεσμα την αυξημένη νεφρική πίεση και άρα τη μειωμένη σωληναριακή επαναρρόφηση του νερού (Freund & Sawka 1996).

Η αυξημένη εφίδρωση κατά την άσκηση σε κρύο περιβάλλον προκαλείται από το βαρύ και δύσκολο ρουχισμό που συνήθως προτιμάται και από το μέχρι και 4 φορές αυξημένο μεταβολικό κόστος της κίνησης σε χιονισμένο έδαφος. Χαρακτηριστικό είναι ότι ένα άτομο με βαρύ ρουχισμό και έντονη κινητική δραστηριότητα κινδυνεύει να χάσει 2 lit ιδρώτα ανά ώρα (Freund & Sawka 1996).

Η αυξημένη αποβολή υδρατμών μέσω της εκπνοής κατά την άσκηση στο κρύο οφείλεται στον αυξημένο όγκο αερισμού και στη χαμηλή περιεκτικότητα του κρύου αέρα σε υγρασία (Breibbia et al. 1957). Το μέγεθος της απώλειας νερού από αυτή την οδό δεν είναι γνωστό με βεβαιότητα, αφού στη βιβλιογρα-

φία υπάρχουν μόνο εκτιμήσεις στη βάση προγνωστικών μοντέλων (Brebba et al. 1957, Mitchell et al. 1972).

Σημαντική, τέλος, αιτία αφυδάτωσης κατά την άσκηση σε ψυχρό περιβάλλον είναι η μειωμένη πρόσληψη υγρών. Η μεταφορά υγρών είναι πολύ δύσκολη λόγω του βάρους τους, το οποίο, από ένα σημείο και μετά, πρέπει να μεταφέρεται από το ίδιο το άτομο, αφού σε μεγάλα υψόμετρα η πρόσβαση μεταφορικού μέσου είναι δύσκολη ως αδύνατη. Μια μέτρια ημερήσια πρόσληψη νερού είναι τα 2 λίτ και, δεδομένου ότι αποστολές σε ψηλές βουνοκορφές διαρκούν κατά μέσο όρο 30 ημέρες, χρειάζονται 60 λίτ ανά άτομο, ποσότητα που είναι αδύνατο να συμπεριληφθεί σε ένα ορειβατικό σακίδιο. Ακόμα και η δυνατότητα υδροποίησης του χιονιού δε λύνει το πρόβλημα, αφού απαιτείται πολύς χρόνος και σημαντική ποσότητα καυσίμου για την παραγωγή επαρκούς ποσότητας νερού. Επιπλέον, οι χαμηλές θερμοκρασίες δεν επιτρέπουν την παραμονή του νερού σε υγρή και πόσιμη μορφή για μεγάλο διάστημα. Επίσης, το κρύο μειώνει την αίσθηση της δίψας, γεγονός που συμβάλλει στην ελαττωμένη πρόσληψη υγρών (γνωστή ως εκούσια αφυδάτωση) (Greenleaf & Sargent 1965). Τέλος, τα άτομα που βρίσκονται σε κρύο περιβάλλον περιορίζουν συχνά την πρόσληψη υγρών στο τέλος της ημέρας με σκοπό την αποφυγή της ούρησης κατά τη διάρκεια της νύχτας, όταν η θερμοκρασία είναι ακόμα χαμηλότερη.

Από τα παραπάνω γίνεται φανερό ότι η έκθεση και η κινητική δραστηριότητα σε κρύο περιβάλλον επηρεάζουν σημαντικά την ομοιόσταση των υγρών του σώματος και τις περισσότερες φορές οδηγούν σε αφυδάτωση. Η αφυδάτωση, με τη σειρά της, επηρεάζει τη θερμορύθμιση, την ευπάθεια σε κρουαγήματα και τη σωματική απόδοση. Ιδιαίτερα σε

ό, τι αφορά την τελευταία, μπορεί να μειωθεί η αερόβια ικανότητα, η αναερόβια ικανότητα και η δύναμη (Sawka & Pandolf 1990). Οι επιδράσεις αυτές της αφυδάτωσης οφείλονται μάλλον στη μείωση του όγκου του πλάσματος, που μπορεί να επιφέρει μείωση της ροής του αίματος στους ασκούμενους μυς και διαταραχή της ισορροπίας των υγρών και των ηλεκτρολυτών στις μυϊκές ίνες.

Για όλους τους παραπάνω λόγους είναι σημαντικό να λαμβάνονται μέτρα για την αντιμετώπιση της αφυδάτωσης. Ο καλύτερος τρόπος αποφυγής της είναι η διασφάλιση της πρόσληψης επαρκούς ποσότητας υγρών. Παρόλα αυτά, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, κάτι τέτοιο δεν είναι τις περισσότερες φορές εφικτό. Χρήσιμο θα ήταν, ποσότητες νερού να βρίσκονται κοντά σε πηγές θερμότητας (σε εσωτερικές τσέπες των ρούχων, μέσα στο υπνόσακο ή μέσα στη σκηνή), ώστε να διατηρούνται σε υγρή μορφή.

Έχει αναφερθεί ότι η γλυκερόλη (το γνωστό καλλυντικό υγρό γλυκερίνη) βελτιώνει την κατακράτηση νερού σε σύγκριση με διαλύματα ηλεκτρολυτών ή με καθαρό νερό. Εθελοντές που έλαβαν διάλυμα γλυκερόλης κατά την έκθεση σε κρύο περιβάλλον, κατακράτησαν διπλάσια ποσότητα νερού μετά από τέσσερις ώρες (35%) από όση όταν έλαβαν ίση ποσότητα καθαρού νερού (18%) (Freund et al. 1994). Επιπρόσθετα πλεονεκτήματα της λήψης διαλυμάτων γλυκερόλης είναι ο εμπλουτισμός του νερού με πηγή ενέργειας (κάτι σημαντικό για τους ορειβάτες που χάνουν πολλά κιλά στη διάρκεια των αποστολών τους) και η ταπείνωση του σημείου πήξεως του νερού (9° C για διάλυμα περιεκτικότητας 30% σε γλυκερόλη).

Φαρμακευτική καθυστέρηση της υποθερμίας

Από παλιότερες έρευνες επικρατούσε η αντίληψη ότι, σε κρύο περιβάλλον, η καφεΐνη μειώνει την πτώση της θερμοκρασίας της επιδερμίδας και διασφαλίζει υψηλότερη εσωτερική θερμοκρασία. Αντίθετα, νεότερες έρευνες έδειξαν ότι η καφεΐνη συντελεί σε μεγαλύτερη πτώση της θερμοκρασίας της επιδερμίδας κατά την έκθεση σε κρύο αέρα (Graham et al. 1991, McNaughton et al. 1990) ή ότι δεν έχει θετική επίδραση κατά τη βύθιση σε κρύο νερό, παρά τη σημαντική αύξηση στην παραγωγή μεταβολικής θερμότητας (Doubt & Hsieh 1991).

Ο φαρμακολογικός χειρισμός που, από πρόσφατες έρευνες, φαίνεται να είναι αποτελεσματικός στην καθυστέρηση της υποθερμίας είναι συνδυασμός εφεδρίνης και ξανθινών (καφεΐνη και θεοφυλλίνη). Οι Vallerand και Jacobs (1989) έδειξαν ότι μείγμα εφεδρίνης και καφεΐνης (1 και 2,5 mg/kg σωματικού βάρους, αντίστοιχα) αύξησε σημαντικά την παραγωγή μεταβολικής θερμότητας σε κρύο περιβάλλον. Αυτή η αύξηση υποστηρίχθηκε σχεδόν αποκλειστικά από την καύση υδατανθράκων, χωρίς μεταβολή στην οξειδωση των λιπών ή των πρωτεϊνών, και συνοδεύτηκε από σημαντικά μικρότερες πτώσεις των θερμοκρασιών του ορθού και της επιδερμίδας. Παρόμοια αποτελέσματα προέκυψαν από μεταγενέστερη έρευνα του ίδιου εργαστηρίου (Vallerand 1993) με μείγμα εφεδρίνης, καφεΐνης και θεοφυλλίνης (44, 60 και 100 mg, αντίστοιχα). Βρέθηκε, ωστόσο, ότι η αυξημένη παραγωγή μεταβολικής θερμότητας προήλθε από μεγαλύτερη οξειδωση των λιπών και ελαφρώς αυξημένη οξειδωση των υδατανθράκων.

Από τα ευρήματα των παραπάνω μελετών

ο Mercer (1995), σε πρόσφατη ανασκόπηση των στρατηγικών ενίσχυσης της ανοχής στο κρύο, συμπεραίνει ότι η φαρμακολογική ενίσχυση της θερμογένεσης με συνδυασμό εφεδρίνης και ξανθινών αντιπροσωπεύει την πιο ελπιδοφόρο μέθοδο καθυστέρησης εμφάνισης της υποθερμίας. Πρέπει, όμως, να τονιστεί ότι τόσο η εφεδρίνη όσο και η καφεΐνη ανήκουν στα διεγερτικά (μια κατηγορία ντόπινγκ). Η χρήση εφεδρίνης από αθλητές απαγορεύεται, ενώ για την καφεΐνη υπάρχει ένα σχετικά υψηλό όριο συγκέντρωσής της στα ούρα (12 μg/ml).

Συμπεράσματα - προτάσεις

Από όσα αναφέρθηκαν, συνοψίζονται τα παρακάτω χρήσιμα συμπεράσματα για τους ασκούμενους σε κρύο περιβάλλον:

1. Δεν έχει τεκμηριωθεί η ύπαρξη διαφορετικών αναλογιών ανάμεσα στους υδατάνθρακες, τα λίπη και τις πρωτεΐνες που χρησιμοποιούνται ως πηγές ενέργειας κατά την έκθεση και άσκηση σε κρύο περιβάλλον από τις αντίστοιχες αναλογίες σε ήπιο περιβάλλον. Επομένως, ισχύει η γενική σύσταση για πρόσληψη της πλειονότητας της ενέργειας από τους υδατάνθρακες και όχι η αντίληψη ότι στο κρύο πρέπει να προσλαμβάνονται περισσότερο λίπη.

2. Η αυξημένη πρόσληψη υδατανθράκων μπορεί να οδηγήσει σε μεγαλύτερη παραγωγή μεταβολικής θερμότητας μέσω του ρίγους και να επιβραδύνει την υποθερμία, τουλάχιστον σε άτομα με χαμηλό ποσοστό σωματικού λίπους.

3. Η αυξημένη πρόσληψη πρωτεϊνών προς το τέλος της ημέρας μπορεί να συμβάλει στην προσπάθεια διατήρησης της θερμοκρασίας του σώματος κατά τη διάρκεια της νύχτας χάρη στη μεγάλη και παρατεταμένη

θερμογενετική επίδρασή τους.

4. Δεν πρέπει να γίνει συμπληρωματική πρόσληψη βιταμίνης Α, επειδή υπάρχει ιστορικό αυξημένης πρόσληψης και σοβαρής τοξικότητας σε αλπικές και πολικές αποστολές.

5. Η πρόσληψη συμπληρωμάτων θειαμίνης θα μπορούσε να βοηθήσει στην αύξηση της απόδοσης σε κρύο περιβάλλον, όπου είναι εύκολο να εμφανιστεί ανεπάρκειά της.

6. Άτομα με χαμηλή κατάσταση σιδήρου εμφανίζουν μειωμένη θερμογενετική ικανότητα και αντοχή στο κρύο, γι' αυτό απαιτείται πληρότητα σιδήρου με την κατάλληλη διατροφή και, στην ανάγκη, με τη χορήγηση συμπληρωμάτων.

7. Η αφυδάτωση, φαινόμενο συχνό κατά την έκθεση και άσκηση στο κρύο, μπορεί να επιβραδυνθεί με τη φύλαξη ποσότητας νερού κοντά σε πηγές θερμότητας και με την πρόσληψη διαλυμάτων γλυκερόλης.

8. Η υποθερμία μπορεί να αντιμετωπιστεί φαρμακευτικά με τη χορήγηση συνδυασμού εφεδρίνης και ξανθινών.

Βιβλιογραφία

- Bader, R. A., Eliot, J. W. and Bass, D. E. (1952). Hormonal and renal mechanisms of cold diuresis. *J. Appl. Physiol.* 4: 649-658.
- Beard, J. L., Borel, M. J. and Derr, J. (1990). Impaired thermoregulation and thyroid function in iron-deficiency anemia. *Am. J. Clin. Nutr.* 52: 813-819.
- Beard, J. L. (1996). Micronutrient deficiency states and thermoregulation in the cold. In: Marriott and S.G. Caloon (eds) *Nutritional Needs in Cold and in High-altitude Environments*. Pp. 245-256. Washington, DC, National Academy Press.
- Brebbia, D. R., Goldman, R. F. and Buskirk, E. R. (1957). Water vapor loss from the respiratory tract during outdoor exercise in the cold. *J. Appl. Physiol.* 11: 219-222.
- Davies, K. J. A., Donovan, C. M., Refino, C. J., Brooks, G. A., Packer, L. and Dallman, P. R. (1984). Distinguishing effects of anemia and muscle iron deficiency on exercise bioenergetics in the rat. *Am. J. Physiol.* 246: E539-E543.
- Doubt, T. G. and Hsieh, S. S. (1991). Additive effects of caffeine and cold water during submaximal leg exercise. *Med. Sci. Sports Exerc.* 23: 435-442.
- Eliot, J. W., Bader, R. A. and Bass, D. E. (1949). Blood changes associated with cold diuresis. *Fed. Proc.* 8: 41.
- Flatt, J. P., Ravussin, E., Acheson, K. J. and Jequier, E. (1985). Effects of dietary fat on postprandial substrate oxidation and on carbohydrate and fat balances. *J. Clin. Invest.* 76: 1019-1024.
- Freund, B. J., McKay, J. M., Roberts, D. E., Laird, J. E., O' Brien, C., Shoda, G. R., Young, A. J. and Sawka, M. N. (1994). Glycerol hyperhydration reduces the diuresis induced by water alone during cold air exposure. *Med. Sci. Sports Exerc.* 26: 55.
- Freund, B. J. and Sawka, M. N. (1996). Influence of cold stress on human fluid balance. In: B. M. Marriott and S. G. Caloon (eds) *Nutritional Needs in Cold and in High-Altitude Environments*. Pp. 161-179. Washington, DC, National Academy Press.
- Graham, T. E., Sathasivam, P. and McNaughton, K. W. (1991). Influence of cold, exercise and caffeine on catecholamines and metabolism in men. *J. Appl. Physiol.* 70: 2052-2058.
- Greenleaf, J. E. and Sargent, F. (1965). Voluntary

- dehydration in man. *J. Appl. Physiol.* 20: 719-724.
- Greenleaf, J. E., (1992). Problem: Thirst, drinking, behavior, and involuntary dehydration. *Med. Sci. Sports Exerc.* 24: 645-656.
- Hoyt, R. W., Jones, T. E., Stein, T. P., McAninch, G. W., Lieberman H. R., Askew E. K. and Gymerman A. (1991). Doubly labeled water measurement of human energy expenditure during strenuous exercise. *J. Appl. Physiol.* 71: 16-22.
- King, N., Mutter, S. H., Roberts, D. E., Sutherland, M. R. and Askew, E. W. (1993). Cold weather field evaluation of 19-man Arctic Tray Pack Ration Module, the Meal, Ready-to-Eat, and the Long Life Ration Packet. *Mil. Med.* 158: 458-465.
- LeBlanc, J. A. (1996). Cold exposure, appetite, and energy balance. In: B. M. Marriott and S. G. Carloon (eds) *Nutritional Needs in Cold and in High-Altitude Environments*. Pp. 203-214. Washington, DC, National Academy Press.
- Lucaski, H. C., Hall, C. B. and Nielsen, F. H. (1990). Thermogenesis and thermoregulatory function of iron-deficient women without anemia. *Aviat. Space Environ. Med.* 61: 913-920.
- Martineau, L. and Jacobs, I. (1988). Muscle glycogen utilization during shivering thermogenesis in humans. *J. Appl. Physiol.* 65: 2046-2050.
- Martineau, L. and Jacobs, I. (1989a). Muscle glycogen availability and temperature regulation in humans. *J. Appl. Physiol.* 66: 72-78.
- Martineau, L. and Jacobs, I. (1989 b). Free fatty acid availability and temperature regulation in cold water. *J. Appl. Physiol.* 66: 2466-2472.
- McNaughton, K. W., Sathasivam, P., Vallerand, A. L. and Graham, T. E. (1990). Influence of caffeine on metabolic responses of men at rest in 28 and 5° C. *J. Appl. Physiol.* 68: 1889-1895.
- Mercer, J. B. (1995). Enhancing tolerance to cold exposure-how successful have we been? *Arctic Med. Res.* 54: 70-75.
- Mitchell, J. W., Nadel, E. R. and Stolwijk, J. A. J. (1972). Respiratory weight losses during exercise. *J. Appl. Physiol.* 22: 474-476.
- Reynolds, R. D. (1996). Effects of cold and altitude on vitamin and mineral requirements. In: B. M. Marriott and S. G. Carloon (eds) *Nutritional Needs in Cold and in High-Altitude Environments*. Pp. 215-244. Washington, DC, National Academy Press.
- Sawka, M. N. and Pandolf, K. B. (1990). Effects of body water loss on physiological function and exercise performance. In: C. V. Gisolfi and D. R. Lamb (eds) *Fluid Homeostasis During Exercise*. Pp. 1-38. Carmel, IN, Benchmark.
- Schutz, Y., Flatt, J. P. and Jequier, E. (1989). Failure of dietary fat intake to promote fat oxidation: A factor favoring—the development of obesity. *Am. J. Clin. Nutr.* 50: 307-314.
- Shearman, D. J. C. (1978). Vitamin A and Sir Douglas Mawson. *Br. Med. J.* 1: 283-285.
- Timmons, B. A., Araujo, J. and Thomas, T. R. (1985). Fat utilization enhanced by exercise in a cold environment. *Med. Sci. Sports Exerc.* 17: 673-678.
- Vallerand, A. L. (1993). Effects of ephedrine/xanthines on thermogenesis and cold tolerance. *Int. J. Obes.* 17: 53-56.
- Vallerand, A. L. and Jacobs, I. (1989). Rates of

energy substrates utilization during human cold exposure. *Eur. J. Appl. Physiol.* 58: 873-878.

Vallerand, A. L., Jacobs, I. and Kavanagh, M. F. (1989). Mechanism of enhanced cold tolerance by an ephedrine-caffeine mixture in humans. *J. Appl. Physiol.* 67:

438-444.

Young, A. C., Sawka, M., Neuffer, P., Muza, S., Askew, E. W. and Pandolf, K. (1989). Thermoregulation during cold water immersion is unimpaired by low muscle glycogen levels. *J. Appl. Physiol.* 66: 1808-1816.

Abstract

Nutritional needs of humans exercising in cold environment

Living and exercising in cold environment creates particular nutritional needs. Knowing and meeting these needs contributes to the protection of health and to the enhancement of performance. Concerning energy needs, these should be covered mainly by carbohydrates; the suggestion to increase lipid intake in the cold is not supported by scientific data. The risk of hypothermia can be reduced by enhancing the thermogenic effect of shivering and the thermogenic effect of feeding as well as by the administration of caffeine and xanthines. Of the vitamins, thiamin taken as supplement could increase performance, whereas vitamin A should not be taken supplementally because of its toxicity. Concerning minerals, attention is warranted toward the adequacy of iron through proper nutrition and, if necessary, supplementation. Finally, the increased dehydration in cold environment can be delayed by securing quantities of water in liquid form and by the intake of glycerol solutions.

Key words: cold, nutrition, exercise.