

ΑΘΛΗΤΙΚΗ ΕΠΙΔΟΣΗ ΣΕ ΚΡΥΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

**Ε. ΜΕΤΑΝΙΑ
Γ.Σ. ΣΑΠΚΑΣ**

Εκτός από τα αποκαλούμενα «χειμερινά», αρκετά ακόμα αθλήματα ή ψυχαγωγικές δραστηριότητες πραγματοποιούνται σε χαμηλές περιβαλλοντικές θερμοκρασίες ή συνθήκες ψύχους.

Στις περιπτώσεις αυτές, η θερμοκρασία του πυρήνα του σώματος και των μυών μειώνεται και η αθλητική επίδοση επηρεάζεται. Καθώς η κεντρική θερμοκρασία πέφτει κάτω από το όριο ασφαλείας των 35°C, το επίπεδο συνείδησης μειώνεται, ενώ για την αντιμετώπιση της υποθερμίας, η οποία καθίσταται πλέον απειλητική για τη ζωή, ενεργοποιείται ο μηχανισμός εξοικονόμησης ενέργειας προκειμένου να περιοριστεί η περαιτέρω πτώση της θερμοκρασίας.

Η απάντηση του οργανισμού στο κρύο ξεκινά από το θερμορρυθμιστικό κέντρο στον οπίσθιο υποθάλαμο, περίπου στο επίπεδο των μαστίων. Εκεί καταλήγουν ερεθίσματα από την προοπτική περιοχή του πρόσθιου υποθαλάμου, αλλά και από την περιφέρεια του σώματος και κινητοποιούνται οι θερμοπαραγωγικές και θερμοδιαφυλακτικές αντιδράσεις του οργανισμού.

Κατά την ψύξη του σώματος εκλύονται άμεσες αντανακλαστικές αντιδράσεις για την άνοδο της θερμοκρασίας του σώματος. Αυτές συνίστανται σε:

1. Γενικευμένη περιφερική αγγειοσυστολή των αγγείων του δέρματος

Προκαλείται με διέγερση των συμπαθητικών κέντρων του οπίσθιου υποθαλάμου προκειμένου να περιοριστεί η μεταφορά θερμότητας από το εσωτερικό του σώματος στο δέρμα. Η μείωση της αιματικής παροχής στην περιφέρεια ελαττώνει την απώλεια θερμότητας προς το περιβάλλον, οι μεταβολές όμως της αιματικής ροής δεν είναι ομοιόμορφες σε ολόκληρο το σώμα. Έτσι, στα δάκτυλα μπορεί να μειωθεί κατά 40 φορές, ενώ αντίθετα στο κρανίο παραμένει αμετάβλητη, καθιστώντας έτσι απαραίτητη τη χρήση προστατευτικών σκούφων ή καπέλων.

2. Ανόρθωση των τριχών

Με τη διέγερση του συμπαθητικού προκαλείται συστολή των ανορθωτήρων των τριχών μυών, με αποτέλεσμα την ανόρθωση των τριχών και τον μεταξύ αυτών και του δέρματος εγκλωβισμό ενός «μονωτικού στρώματος αέρα» που περιορίζει την απώλεια θερμότητας από το σώμα.

3. Αύξηση της παραγωγής θερμότητας

- Διέγερση ρίγους από τον υποθάλαμο: Στη μέση ραχιαία περιοχή του οπίσθιου υποθαλάμου, κοντά στο τοίχωμα της τρίτης κοιλίας, βρίσκεται το «πρωτεύον κινητικό κέντρο ρίγους». Αυτό αναστέλλεται από νευρικές ώσεις από το κέντρο θέρμανσης της προοπτικής

περιοχής του πρόσθιου υποθαλάμου, αλλά διεγείρεται από ώσεις που προέρχονται από υποδοχείς ψυχρού του δέρματος και του νωτιαίου μυελού. Κατά συνέπεια, αυτό το κέντρο δραστηριοποιείται όταν η θερμοκρασία του σώματος ελαττώνεται ακόμα και κατά ένα κλάσμα βαθμού κάτω από το κρίσιμο επίπεδο θερμοκρασίας (37,1°C). Στη συνέχεια, εκπέμπει νευρικές ώσεις με τις πλάγιες οδούς του εγκεφαλικού στελέχους προς τις πλάγιες δέσμες του νωτιαίου μυελού, που τελικά καταλήγουν στους κινητικούς νευρώνες των πρόσθιων κεράτων, με τα οποία προκαλείται ρίγος. Οι νευρικές ώσεις που εκπέμπονται δεν είναι ρυθμικές και δεν προκαλούν οι ίδιες τις συστολές των μυών. Προκαλούν όμως αύξηση του μυϊκού τόνου των σκελετικών μυών σε ολόκληρο το σώμα. Όταν ο μυϊκός τόνος αυξάνεται πέρα από ένα ορισμένο κρίσιμο επίπεδο αρχίζει το ρίγος. Κατά τη διάρκεια ρίγους μέγιστης έντασης, η παραγωγή θερμότητας στο σώμα είναι δυνατό να αυξάνεται στο τετραπλάσιο έως το πενταπλάσιο του φυσιολογικού επιπέδου.

- Διέγερση της «χημικής» παραγωγής θερμότητας από το συμπαθητικό: Η διέγερση του συμπαθητικού προκαλεί αύξηση του ρυθμού του μεταβολισμού των κυττάρων. Αυτή η επίδραση λέγεται «χημική θερμογένεση» και οφείλεται, τουλάχιστον κατά ένα μέρος, στην ιδιότητα της νορεπινεφρίνης και της επινεφρίνης να προκαλούν αποσύνδεση της οξειδωτικής φωσφορύλιωσης. Αυτό σημαίνει ότι οξειδώνεται περίσσεια θρεπτικών ουσιών με μεγάλη απόδοση ενέργειας με μορφή θερμότητας, χωρίς να συντίθεται ανάλογο ποσό ATP.
- Αύξηση της έκκρισης θυροξίνης: Με την ψύξη της προοπτικής περιοχής του πρόσθιου υποθαλάμου προκαλείται αύξηση της έκκρισης της νευροεκκριτικής ορμόνης από τον υποθάλαμο, η οποία μεταφέρεται με το πυλαίο σύστημα υποθαλάμου - υπόφυσης προς τον πρόσθιο λοβό της υπόφυσης, όπου προκαλεί τη διέγερση της έκκρισης TSH. Η TSH προκαλεί την έκκριση θυροξίνης από τον θυρεοειδή αδένα και αυξάνει το ρυθμό μεταβολισμού των κυττάρων, διεργασία που αποτελεί έναν ακόμα μηχανισμό χημικής θερμογένεσης, για τον οποίο απαιτείται χρονικό διάστημα λίγων εβδομάδων.

Έκθεση σε ψυχρό αέρα

Όταν το δέρμα εκτίθεται σε ψυχρό ρεύμα αέρα, το στρώμα του αέρα που έρχεται σε άμεση επαφή με το δέρμα αντικαθίσταται με νέο αέρα πολύ ταχύτερα από το σύννηθες, με αποτέλεσμα να αυξάνεται ανάλογα και η απώλεια θερμότητας με μεταφορά.

Η ψυκτική επίδραση του ανέμου σε χαμηλές ταχύτητες είναι περίπου ανάλογη με την \sqrt{V} της ταχύτητας του

Πίνακας 1. Δείκτης ψυκτικής ικανότητας του ανέμου

$$K_0 = (\sqrt{100V + 10.5} - V) (33 - T)$$

K_0 = Απώλεια θερμότητας σε Kcal/h

V = Ταχύτητα ανέμου σε m/s

T = Περιβαλλοντική θερμοκρασία σε °C

10.5 = Σταθερά τιμή

33 = Φυσιολογική θερμοκρασία σώματος σε °C

Πίνακας 2. Πρώιμες και αργότερες εκδηλώσεις συστηματικής υποθερμίας

Πρώιμες εκδηλώσεις	Αργότερες εκδηλώσεις
Αδυναμία	Παραλήρημα
Υπνηλία	Κώμα
Λήθαργος	Επιβράδυνση αναπνοής
Ευερεθιστότητα	↑ σφυγμού και ΑΠ
Σύγχυση	Μεταβολική οξέωση
	Πνευμονία
	Παγκρεατίτιδα
	Υπογλυκαιμία, υπεργλυκαιμία
	Διαταραχές πηκτικότητας
	Νεφρική ανεπάρκεια

ανέμου, ώστε άνεμος με ταχύτητα 4km/h έχει περίπου διπλάσια ψυκτική δύναμη σε σχέση με άνεμο ταχύτητας 1km/h (πίνακας 1).

Η απώλεια θερμότητας ανά επιφάνεια σώματος υπολογίζεται συναρτήσει της περιβαλλοντικής θερμοκρασίας και ταχύτητας του ανέμου. Ο δείκτης ψυκτικής ικανότητας του ανέμου, μπορεί να κυμαίνεται από 80, τιμή που αντιστοιχεί σε καύσωνα, 400 σε κατάσταση ψύχους έως 1.200, τιμή που αντιστοιχεί σε δριμύ ψύχος, στο οποίο το δέρμα παγώνει σε 60sec.

Εμβύθιση σε νερό

Το νερό έχει 4000 φορές μεγαλύτερη ειδική θερμότητα σε σχέση με τον αέρα. Έτσι, κάθε μονάδα νερού που βρίσκεται σε επαφή με το δέρμα μπορεί να απορροφή πολύ μεγαλύτερο ποσό θερμότητας σε σχέση με τον αέρα.

Επίσης, η θερμική αγωγιμότητα του νερού είναι 25 φορές μεγαλύτερη από του αέρα. Κατά συνέπεια, το σώμα δεν είναι δυνατό να θερμαίνει ένα λεπτό στρώμα νερού που βρίσκεται σε επαφή με το δέρμα για να σχηματίζει

Πίνακας 3. Εκδηλώσεις συστηματικής υποθερμίας

Θερμοκρασία πυρήνα	35°C (95°F)	32°C (90°F)	29°C (85°F)	27°C (80°F)	26°C και κάτω (78°F)
Βαθμός υποθερμίας	Ήπια		Μέση	Σοβαρή	
Σημεία & συμπτώματα	Ρίγος Στικτός χρωματισμός ποδιών	Απώλεια συνειρμού	Λήθαργος	Κώμα	Φαινομενικός θάνατος
Καρδιοαναπνευστική ανταπόκριση			Βραδυσφυγμία	Αδύναμος σφυγμός Αρρυθμία Αργές αναπνοές	Κολπική μαρμαρυγή Καρδιακή παύση
Επίπεδο συνείδησης	Βυθιότητα	Σύγχυση	Υπνηλία	Παραλογισμός	Αναισθησία

μια «μονωτική ζώνη», όπως συμβαίνει με τον αέρα. Για το λόγο αυτό, ο ρυθμός απώλειας θερμότητας προς το νερό σε μέτριες θερμοκρασίες είναι πολλαπλάσιος σε σύγκριση με το ρυθμό απώλειας προς τον αέρα της ίδιας θερμοκρασίας.

Η ιδανική θερμοκρασία νερού για περιστασιακή κολύμβηση είναι 32-33°C, για συστηματική εκμάθηση κολύμβησης 30°C, για συστηματικούς κολυμβητές 27°C και για αθλητές κολύμβησης 25°C.

Στα δημόσια κολυμβητήρια, η θερμοκρασία νερού διατηρείται στους 30°C και η θερμοκρασία αέρα στους 28-30°C, ενώ αυξημένα επίπεδα υγρασίας προφυλάσσουν τους κολυμβητές από περαιτέρω απώλεια θερμότητας όταν βρίσκονται εκτός νερού. Όσο μεγαλύτερη η ένταση του αγώνα και οι αναμενόμενες επιδόσεις, τόσο χαμηλότερη πρέπει να είναι η θερμοκρασία του νερού. Βέβαια, η αθλητική επίδοση εξαρτάται και από τη φυσική κατάσταση και τη σωματική διάπλαση του αθλητή.

Ισχυροί αθλητές δυσκολεύονται να διατηρήσουν VO_{2max} σε νερό θερμοκρασίας 26°C, ενώ για πιο μυώδεις αθλητές η θερμοκρασία αυτή κυμαίνεται στους 18°C. Οι μυϊκοί ιστοί ενισχύουν τη μονωτική δράση του υποδόριου λίπους και παρατείνουν το χρόνο έκθεσης στο ψύχος σε περίπτωση τυχαίας εμβύθισης, ενώ το λίπος έχει τη μισή θερμική αγωγιμότητα από ό,τι οι σκελετικοί μύες και το 1/3 σε σχέση με τους υπόλοιπους ιστούς, οπότε το πάχος του υποδόριου λίπους καθορίζει τη μεταφορά θερμότητας από το σώμα στο νερό.

Εμβύθιση σε νερό θερμοκρασίας 1°C, προκαλεί 5% έκπτωση της μυϊκής ισχύος, ενώ 8 λεπτά εμβύθισης σε νερό θερμοκρασίας 10°C προκαλούν επιζήμια μυϊκή κόπωση, η οποία όμως ανατάσσεται πλήρως μετά 40 λεπτά. Παράλληλα με την έκπτωση της μυϊκής ισχύος και της αντοχής μειώνεται και ο ρυθμός εκπομπής νευρικών

ώσεων. Καθώς η θερμοκρασία των μυών πέφτει κάτω από 27°C, η μυϊκή ανταπόκριση στα ερεθίσματα μειώνεται στο 50%, επηρεάζοντας έτσι το μυϊκό συντονισμό, αλλά και την επιδεξιότητα του αθλητή.

Συστηματική υποθερμία

Η έκθεση σε παρατεταμένο ή έντονο ψύχος μπορεί να προκαλέσει συστηματική υποθερμία, η οποία συνίσταται σε ελάττωση της κεντρικής θερμοκρασίας του σώματος κάτω από τους 35°C και προκαλεί ελάττωση των φυσιολογικών λειτουργιών, με μείωση της κατανάλωσης οξυγόνου, επιβράδυνση της επαναπόλωσης του μυοκαρδίου, της περιφερικής νευρικής αγωγιμότητας, της γαστρεντερικής κινητικότητας και της αναπνοής, αιμοσυμπύκνωση, παγκρεατίτιδα.

Οι πρώιμες εκδηλώσεις της συστηματικής υποθερμίας συνίστανται σε αδυναμία, υπνηλία, λήθαργο, ευερεθιστότητα και σύγχυση, ενώ απώτερα μπορεί να εκδηλωθούν παραλήρημα, κώμα, επιβράδυνση της αναπνοής, πτώση του σφυγμού και της αρτηριακής πίεσης, μεταβολική οξέωση, πνευμονία, παγκρεατίτιδα, υπογλυκαιμία ή υπεργλυκαιμία, διαταραχές ηκτικότητας, νεφρική ανεπάρκεια (πίνακας 2). Όταν το άτομο παραμένει εκτεθειμένο σε παγωμένο νερό για περισσότερο από 30 λεπτά και η θερμοκρασία του πυρήνα του σώματος ελαττώνεται στους 25°C, επέρχεται θάνατος από καρδιακή ανακοπή ή κοιλιακή μαρμαρυγή (πίνακας 3).

Άλλες διαταραχές προκαλούμενες από το ψύχος είναι:

- Κνίδωση από ψύχος, η οποία εμφανίζεται μετά από 30min.
- Χείμετλα (χιονίστρες): κόκκινες κνησμώδεις δερματικές βλάβες, με οίδημα ή φυσαλίδες.



Εικόνα 1. Κρυοπαγήματα.

- Κρυοπαγήματα: Πρόκειται για τοπική βλάβη των ιστών, η οποία σε ήπιες περιπτώσεις εκδηλώνεται με αιμωδίες και κνησμό, ενώ σε βαρύτερες με παραισθησίες, ακαμψία, οίδημα, φουσαλίδες, νέκρωση και τελικά γάγγραινα (εικόνα 1).
- Σύνδρομο εμβάπτισης: από παρατεταμένη εμβάπτιση σε νερό θερμοκρασίας κάτω των 10°C.

Αντιμετώπιση του κρύου

Η αντιμετώπιση του κρύου είναι λιγότερο προβληματική από εκείνη της ζέστης, γιατί το σώμα μπορεί να προστατευθεί από τη χαμηλή περιβαλλοντική θερμοκρασία με την κατάλληλη επιλογή ενδυμασίας, την επιτέλεση υψηλού έργου και την προπόνηση σε κλειστές εγκαταστάσεις.

Άμεση προτεραιότητα για τον αθλητή είναι να διατηρείται ζεστός, στεγνός και σε κίνηση. Σε συνθήκες ψύχους και υγρασίας, προτιμώνται ενδύματα από φυσικές ίνες, βαμβάκι ή μαλλί κατά προτίμηση, τα οποία επιτρέπουν στον παραγόμενο κατά την άσκηση ιδρώτα να διαπερνά τις ίνες τους, δε συμβαίνει όμως το ίδιο με τον αέρα

και την υγρασία. Όταν η ενδυμασία βραχεί, η αποτελεσματικότητά της για τη διατήρηση της θερμοκρασίας του σώματος σχεδόν μηδενίζεται, γιατί η μεγάλη θερμική αγωγιμότητα του νερού αυξάνει το ρυθμό μεταφοράς θερμότητας στο διπλάσιο ή και περισσότερο.

Μια συνθήκης ενδυμασία περιορίζει στο ήμισυ το ρυθμό απώλειας θερμότητας σε σχέση με το γυμνό σώμα. Με ολόσωμες αδιάβροχες θερμομονωτικές στολές, η απώλεια αυτή περιορίζεται στο 1/6. Μέσα από αυτές, ενδείκνυται η χρήση άνετων βαμβακερών ή από πολυπροπυλένιο εσωρούχων.

Η σωστή και ολοκληρωμένη ένδυση συμπληρώνεται με γάντια, σκούφους, στεγνές και ζεστές κάλτσες και τα κατάλληλα υποδήματα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Akhalaya MY, Platonov AG, Baizhumanov AA. Short-term cold exposure improves antioxidant status and general resistance of animals. *Bull Exp Biol Med* 2006 Jan; 141(1):26-29.
2. Milledge JS. Altitude medicine and physiology including heat and cold: a review. *Travel Med Infect Dis* 2006 May-Jul; 4(3-4):223-237.
3. Enstipp MR, Gremillet D, Jones DR. The effects of depth, temperature and food ingestion on the foraging energetics of a diving endotherm, the double-crested cormorant (*Phalacrocorax auritus*). *J Exp Biol* 2006 Mar; 209(Pt 5):845-859.
4. Guyton AG. *Textbook of Medical Physiology*, 8th ed. Philadelphia: WB Saunders Company.
5. Reilly T. Temperature and performance: cold. In: Harris M, King J, McLatchie G, Williams C (editors). *ABC of Sports Medicine*. BMJ Books.