

**ΔΙΑΤΡΟΦΗ ΚΑΙ ΕΚΘΕΣΗ  
ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΙΝΟΥ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ  
ΣΤΟ ΜΕΓΑΛΟ ΥΨΟΜΕΤΡΟ**

**Dr. Παναγιώτης Χλωροκώστας**

# 1. Ο ΑΝΘΡΩΠΙΝΟΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΣΤΟ ΜΕΓΑΛΟ ΥΨΟΜΕΤΡΟ

Η ανάβαση σε ένα βουνό με μεγάλο υψόμετρο, περικλείει έναν αριθμό από δυσάρεστα συμπτώματα και μερικές δυνητικά επικίνδυνες καταστάσεις για τον οργανισμό οι οποίες απαιτούν άμεση ιατρική επέμβαση.

Όμως, η σωστή προετοιμασία του ορειβάτη και η άμυνα του ανθρώπινου οργανισμού βοηθάνε στην αποφυγή αυτών. Παρακάτω αναφέρουμε κάποιες από τις δυσκολίες που μπορεί να αντιμετωπίσει ένας ορειβάτης σε μεγάλο υψόμετρο και πως μπορεί να τις ξεπεράσει.

**Μείωση του οξυγόνου** Η ελάττωση της συγκέντρωσης του οξυγόνου στο αίμα προκαλείται από τη χαμηλή ατμοσφαιρική πίεση στο μεγάλο υψόμετρο και φυσικά τη μείωση του οξυγόνου στον αέρα. Η ατμοσφαιρική πίεση στα 6.000 μ. έχει υποδιπλάσια τιμή μειώνεται στο μισό, από ότι στην επιφάνεια της θάλασσας ενώ στην κορυφή του Έβερεστ μειώνεται στο ένα τρίτο. Έτσι, ένας δεδομένος όγκος αέρα στην κορυφή του Έβερεστ, περιέχει το ένα τρίτο, κατά βάρος, σε οξυγόνο από ότι στην επιφάνεια της θάλασσας.

Όμως, το ανθρώπινο σώμα εξακολουθεί να χρειάζεται την ίδια ποσότητα οξυγόνου στο μεγάλο υψόμετρο, όπως και στο επίπεδο της θάλασσας. Δυστυχώς, ο ανθρώπινος οργανισμός δεν μπορεί να αποθηκεύσει οξυγόνο, όπως αποθηκεύει νερό ή θρεπτικά συστατικά. Διαθέτει όμως τη δυνατότητα προσαρμογής στο φτωχό σε οξυγόνο περιβάλλον του μεγάλου υψομέτρου, χάρη στο λεγόμενο εγκλιματισμό.

Ο **εγκλιματισμός** αποτελεί ένα σύνολο βιολογικών μεταβολών όλων των συστημάτων του οργανισμού που σαν αποτέλεσμα επιφέρει τη δυνατότητα στον ορειβάτη, όχι μόνο να μπορεί να επιβιώνει σ' αυτά τα υψόμετρα, αλλά και να διατηρεί μια σημαντική φυσική δραστηριότητα και να κατακτά κορυφές πάνω από 8.000 μ. χωρίς τη χρήση συμπληρωματικού οξυγόνου μέσω αναπνευστικής συσκευής. Μεταβολές που έχουν σχέση με το εύρος και τη συχνότητα της αναπνοής, τον πνευμονικό αερισμό, την κυκλοφορία του αίματος στους πνεύμονες, την αύξηση της καρδιακής παροχής αίματος, την αύξηση του αριθμού των ερυθρών αιμοσφαιρίων στο αίμα, μεταβολές σε κυτταρικό επίπεδο, στους ιστούς οι οποίοι καταναλώνουν πολύ οξυγόνο, μεταβολές σε ένζυμα, ορμόνες και ενδοκυτταρικές χημικές ουσίες. Ο εγκλιματισμός απαιτεί χρόνο και είναι πλήρης κατά 95% περίπου, σε χρονικό διάστημα τεσσάρων εβδομάδων. Κάθε αποστολή σε βουνά μεγάλου υψομέτρου προωθεί την ανάβαση της σταδιακά, με τέτοιο τρόπο, ώστε να παρέχεται το απαραίτητο χρονικό διάστημα προκειμένου να επιτυγχάνεται ένας σωστός εγκλιματισμός των μελών της. Η έλλειψη σωστού και επαρκούς εγκλιματισμού οδηγεί σε πολλές δυσάρεστες παθολογικές οντότητες, όπως είναι η οξεία νόσος των βουνών, το πνευμονικό οίδημα και το εγκεφαλικό οίδημα του μεγάλου υψομέτρου, οι θρομβοφλεβίτιδες, η αμφιβληστροειδοπάθεια του μεγάλου υψομέτρου. Μερικές από αυτές είναι ιδιαίτερα επικίνδυνες και όχι σπάνια μοιραίες. Ο ορειβάτης πρέπει να ανεβαίνει στο υψόμετρο αργά, για να κατορθώσει να ανέβει ψηλά.

Στις αποστολές σε βουνά με μεγάλο υψόμετρο, οι ορειβάτες μεταφέρουν συμπληρωματικό οξυγόνο σε μπουκάλες για την κάλυψη των αναγκών σε

οξυγόνο. Ο κύριος μηχανισμός του σώματος μέσω του οποίου ισοσταθμίζεται η χαμηλή μερική πίεση του οξυγόνου είναι ο υπεραερισμός δηλαδή αύξηση της αναπνοής ως προς τον όγκο και τη συχνότητα. Η αύξηση της αναπνοής μπορεί να φθάσει μέχρι και 50 αναπνοές το λεπτό σε σχέση με τις 12 αναπνοές περίπου σε χαμηλό υψόμετρο. Έτσι αποβάλλεται παραπάνω διοξείδιο του άνθρακα από τα πνευμόνια και αυξάνεται η ποσότητα του οξυγόνου στο αίμα.

Το μεγάλο υψόμετρο όμως, δημιουργεί προβλήματα και στη **διατροφή** του ανθρώπινου οργανισμού. Όσο ψηλότερα ανεβαίνει ο ορειβάτης, τόσο μεγαλώνουν οι ημερήσιες ανάγκες του σε θερμίδες και νερό. Πολύ συχνά όμως, οι συνθήκες είναι τέτοιες που δεν επιτρέπουν την παρασκευή και την κατανάλωση τροφών που να είναι εύγευστες και να αποδίδουν υψηλές ποσότητες θερμίδων και μάλιστα θερμίδων μεγάλης βιολογικής αξίας. Εξ άλλου, στα μεγάλα υψόμετρα, ελαττώνεται η απορρόφηση των θρεπτικών συστατικών των τροφών από τον πεπτικό σωλήνα και μπορεί κανείς να αντιληφθεί εύκολα τη μεγάλη σημασία που έχει ένα σωστά προγραμματισμένο διαιτολόγιο.

Παρόμοιο είναι και το πρόβλημα της **πρόσληψης νερού**. Οι ανάγκες σε υγρά αυξάνονται, αφού αυξάνονται οι απώλειες υγρών από το σώμα. Λόγω του ξηρού αέρα και κρύου αέρα στο μεγάλο υψόμετρο και της γρήγορης και βαθιάς αναπνοής του ορειβάτη, μεγάλη ποσότητα νερού χάνεται σε κάθε αναπνοή, με αποτέλεσμα η περιεκτικότητα του νερού στο αίμα να πέφτει από το 50% στο 15%. Επίσης, η έντονη εφίδρωση σε συνδυασμό με τη χαμηλή ατμοσφαιρική πίεση και την ανεπάρκεια πόσιμου νερού, συντελούν στην απώλεια υγρών από τον οργανισμό με αποτέλεσμα αυτός να αφυδατώνεται. Γι' αυτό οι ορειβάτες πρέπει συνειδητά να πιέζουν τον εαυτό τους να πίνουν υγρά, ακόμη και αν αυτοί δεν αισθάνονται διψασμένοι, προκειμένου να αποφύγουν τις δυσάρεστες συνέπειες της αφυδάτωσης.

Το **υπερβολικό κρύο** μπορεί να προκαλέσει υποθερμία στον άνθρωπο, η οποία μειώνει την καρδιακή λειτουργία με συνέπεια να προκληθεί ακόμα και ο θάνατος. Η χρήση κατάλληλου ρουχισμού μειώνει την έκθεση του σώματος στο κρύο, ενώ το σώμα από μόνο του αντιδρά στο κρύο προκαλώντας τα ρίγη τα οποία είναι μία μυϊκή δραστηριότητα για να παραχθεί θερμότητα. Επιπλέον, οι ισχυροί ψυχροί άνεμοι και οι πολύ χαμηλές θερμοκρασίες, καθώς και η έντονη ηλιακή υπεριώδης ακτινοβολία στα μεγάλα υψόμετρα, συντελούν στο βαρύ **stressing** του οργανισμού.

Η **υποθερμία** και τα **κρυοπαγήματα** αποτελούν καθημερινούς κινδύνους που αντιμετωπίζει ο ορειβάτης και μεγάλη σημασία έχει η πρόληψη τους με τον κατάλληλο, σωστό, ατομικό εξοπλισμό και την ορθή χρήση του. Η αύξηση των ερυθρών αιμοσφαιρίων στο αίμα, με τον εγκλιματισμό, σε συνδυασμό με την αφυδάτωση, έχει σαν αποτέλεσμα τη μείωση της ρευστότητας του αίματος. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε κρυοπαγήματα και μερικές φορές σε πνευμονικό οίδημα. Η συχνή λήψη υγρών προλαμβάνει την αφυδάτωση και η καθημερινή λήψη μίας ασπιρίνης συντελεί στη μείωση της πήξης του αίματος.

Η έντονη **ηλιακή ακτινοβολία**, προκαλεί ακόμη βασανιστικά εγκαύματα στο δέρμα και στα μάτια και συντελεί στην πρόκληση αφυδάτωσης.

Η υποξία (περιβάλλον με μειωμένο ποσοστό οξυγόνου) ελαττώνει τη λειτουργικότητα του μυαλού με αποτέλεσμα τη μείωση **ορθής κρίσης**. Ορειβάτες σε μεγάλα υψόμετρα έχουν αναφέρει πολλές φορές οπτικές και ακουστικές ψευδαισθήσεις. Επίσης, έχει παρατηρηθεί μείωση της αντίληψης. Αυτό μπορεί να επηρεάσει την ορθότητα κρίσης στη λήψη αποφάσεων με συνέπεια να οδηγηθούν οι ορειβάτες σε μοιραία λάθη. Οι ορειβάτες μιας αποστολής βοηθούν ο ένας τον άλλον σε τέτοιες περιπτώσεις.

Τέλος, δε θα μπορούσε να μην αναφερθεί η επίδραση του μεγάλου υψόμετρου στον **ψυχισμό** του ορειβάτη. Οι αντίξοες καιρικές συνθήκες, το κρύο, οι τεχνικές δυσκολίες, οι διαρκείς κίνδυνοι, η έλλειψη, ανέσεων για μεγάλο χρονικό διάστημα, η ανεπαρκής διατροφή, ο πλημμελής ύπνος, οι κάθε είδους κακουχίες, επιβαρύνουν τη ψυχοσύνθεση των μελών μιας αποστολής. Τα κάθε μορφής προβλήματα πολλαπλασιάζονται και μεγεθύνονται και απαιτείται μεγάλη και ικανή εφεδρεία ψυχικών δυνάμεων για να αντεπεξέλθει κανείς με επιτυχία το έντονο ψυχικό stress που περικλείεται στην οργάνωση και πραγματοποίηση, μιας αποστολής σε μεγάλο υψόμετρο. Και είναι αυτή η εφεδρεία που πολύ συχνά αποτελεί τον καταλυτικό παράγοντα για την επιτυχία μιας τέτοιας αποστολής.

## 2. ΔΙΑΤΡΟΦΗ ΚΑΙ ΕΚΘΕΣΗ ΣΤΟ ΜΕΓΑΛΟ ΥΨΟΜΕΤΡΟ

Η έκθεση σε μεγάλα υψόμετρα οδηγεί σε αξιοσημείωτη ελάττωση του σωματικού βάρους των ατόμων που ζουν κοντά στο επίπεδο της επιφάνειας της θάλασσας, γεγονός που θεωρείται αναπόφευκτη συνέπεια της χρόνιας υποβαρικής υποξίας που επικρατεί στα μεγάλα υψόμετρα.

Το φαινόμενο αυτό οφείλεται στους παρακάτω επιμέρους παράγοντες:

### 1. ΑΝΟΡΕΞΙΑ

Κατά τη διάρκεια του εγκλιματισμού, η πρόσληψη τροφής γενικά ελαττώνεται. Αν η έκθεση στο μεγάλο υψόμετρο είναι αιφνίδια, η πρόσληψη τροφής μπορεί να είναι αξιοσημείωτα χαμηλή για χρονικό διάστημα αρκετών ημερών. Κατά τη διάρκεια της αναρριχητικής δραστηριότητας στο μεγάλο υψόμετρο, η πρόσληψη τροφής τείνει να παραμένει χαμηλή και αυξάνεται μόνον ευκαιριακά, κατά τη διάρκεια των ημερών ανάπαυσης στην κατασκήνωση βάσης. Δεν έχει εκτιμηθεί επακριβώς ο βαθμός της συμμετοχής που έχουν η έλλειψη ανέσεων και εύγευστης τροφής, στην ελαττωμένη πρόσληψη τροφής στο μεγάλο υψόμετρο. Σε μια προσπάθεια εκτίμησης αυτού του προβλήματος, μετρήθηκαν το σωματικό βάρος, το πάχος δερμάτινης πτυχής, οι περιφέρειες των άκρων, η αναερόβια ικανότητα αρκετών μυών των άκρων σε 8 άνδρες της Καυκάσιας φυλής, πριν και κατά τη διάρκεια της παραμονής για χρονικό διάστημα 30 ημερών στο Ιταλικό Ερευνητικό Εργαστήριο στο Νεπάλ σε υψόμετρο 5.050 μ. Το εργαστήριο αυτό διαθέτει όλα τα απαραίτητα μέσα για μια άνετη διαμονή σε αυτό το υψόμετρο και έχει τη δυνατότητα ευρείας επιλογής εύγευστων τροφών.

Από τις μετρήσεις που έγιναν δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές αλλαγές - διαφορές, ούτε στα ανθρωπομετρικά μεγέθη, ούτε στη μέγιστη αναερόβια ικανότητα. Όλα αυτά υποδηλώνουν ότι η πλούσια επιλογή εύγευστων τροφών και η παραμονή σε άνετους χώρους, παίζουν αποφασιστικό ρόλο στη διατήρηση του σωματικού βάρους και της λειτουργικής ικανότητας υγιών Καυκάσιων κατά τη διάρκεια παραμονής τους στα 5.050 μ. Άρα, αναρριχάται κανείς σε μεγαλύτερα υψόμετρα, φαίνεται ότι ο συνδυασμός της έλλειψης ανέσεων και εύγευστης τροφής καθώς και η πρωτοπαθής ανορεξία, οδηγούν σε ένα σημαντικό αρνητικό ισοζύγιο ενέργειας.

### 2. ΠΡΟΣΛΗΨΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Φαίνεται ότι είναι δύσκολο να διατηρηθεί το ενεργειακό ισοζύγιο σε υψόμετρο πάνω από 4.500 μ. Δεν είναι ξεκάθαρο αν αυτή η διαφορά - αρνητικό ενεργειακό ισοζύγιο - είναι αποτέλεσμα κυρίως χαμηλότερης πρόσληψης ενέργειας ή μιας αυξημένης κατανάλωσης ενέργειας. Από διάφορες μελέτες που έχουν γίνει τα τελευταία χρόνια μπορούμε να συμπεράνουμε μια πιθανή αύξηση του βαθμού μεταβολισμού ηρεμίας στο μεγάλο υψόμετρο που μπορεί να οδηγήσει σε μια ανάλογη αύξηση του μέσου ημερήσιου βαθμού

μεταβολισμού. Αν την αύξηση αυτή, δεν ακολουθήσει μια ικανοποιητική αύξηση της πρόσληψης ενέργειας, το αποτέλεσμα θα είναι ένα αρνητικό ενεργειακό ισοζύγιο. Πράγματι, ισοφαρίζοντας τεχνικά την πρόσληψη με την κατανάλωση ενέργειας, αποδείχθηκε ότι επιτυγχάνεται ελαχιστοποίηση της απώλειας σωματικού βάρους στο μεγάλο υψόμετρο. Στην πραγματικότητα βέβαια συμβαίνει σχεδόν πάντα το αντίθετο: ενώ ο μεταβολισμός είναι αυξημένος κατά την παραμονή και την προσπάθεια που καταβάλει κανείς στο μεγάλο υψόμετρο, η πρόσληψη ενέργειας είναι εκπληκτικά χαμηλή με αποτέλεσμα τη μεγάλη απώλεια λίπους.

### 3. NEPO

Μεταβολές στο μεταβολισμό του νερού κατά τη διάρκεια της έκθεσης στο μεγάλο υψόμετρο, είναι δυνατόν να παρεμβαίνουν στο ενεργειακό ισοζύγιο και στις μεταβολές του σωματικού βάρους. Κατά τη διάρκεια του εγκλιματισμού, παρατηρείται ελάττωση του ενδο- και εξωκυττάριου νερού, καθώς επίσης και ελάττωση στον κυκλοφορούντα όγκο πλάσματος. Αυτές οι μεταβολές έχουν σαν αποτέλεσμα μια απώλεια βάρους ενός με δύο κιλών. Αντίθετα, μια παροδική αύξηση του σωματικού νερού μπορεί να παρατηρηθεί κατά τη διάρκεια της αρχικής φάσης εγκλιματισμού στο μεγάλο υψόμετρο, αν υπάρχουν συμπτώματα της οξείας νόσου των βουνών.

Έχει υπολογισθεί ότι κατά τη διάρκεια της αναρρίχησης σε τέτοια υψόμετρα, οι απώλειες νερού μπορεί να είναι ιδιαίτερα σημαντικές εξαιτίας της εισπνοής ξηρού αέρα και του υπεραερισμού, απαιτώντας πρόσληψη νερού μέχρι και 7 λίτρων την ημέρα.

Θεωρητικά, μια αύξηση της αναπνευστικής συχνότητας από 13 σε 26 αναπνοές το λεπτό, μια ελάττωση κατά 50% της πυκνότητας του αέρα, μια πτώση της θερμοκρασίας από 20° στους 0° και μια πτώση της μερικής πίεσης του υδρατμού στον αέρα από 8,5 στα 0 mm Hg, θα αύξανε τις απώλειες νερού από το αναπνευστικό σύστημα μόνον από 288 ml σε 410 ml την ημέρα. Όμως, στην πράξη αυτό που συμβαίνει απέχει πολύ από τους θεωρητικούς υπολογισμούς. Πρόσφατη μελέτη μιας ομάδας ορειβατών που επιχείρησε ανάβαση στο Έβερεστ έδειξε ότι η μέση ημερήσια απώλεια υγρών από κάθε άτομο ήταν από 2,6 έως 4 λίτρα, ενώ η μέση ημερήσια πρόσληψη νερού από 1,8 έως 2,9 λίτρα. Βέβαια, στη μέση ημερήσια πρόσληψη νερού πρέπει να αθροιστεί και περίπου 1 λίτρο νερού το οποίο παράγεται από τους αυξημένους ρυθμούς μεταβολισμού που παρατηρούνται σε αυτά τα υψόμετρα, γεγονός που ισοφαρίζει σχεδόν το ισοζύγιο νερού.

### 4. ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ ΟΥΣΙΩΝ ΑΠΟ ΤΟ ΓΑΣΤΡΕΝΤΕΡΙΚΟ ΣΩΛΗΝΑ

Διάφορες παρατηρήσεις που έχουν γίνει κατά τη διάρκεια αποστολών σε βουνά με μεγάλο υψόμετρο, καθώς επίσης και σε υποξικούς ασθενείς στο επίπεδο της θάλασσας, έχουν οδηγήσει στην υπόθεση της δυσαπορρόφησης των θρεπτικών ουσιών από το γαστρεντερικό σωλήνα στο μεγάλο υψόμετρο. Η πέψη των λιπών και των υδατανθράκων φαίνεται να είναι σχεδόν φυσιολογική μέχρι το υψόμετρο των 6.300 μ. Το ίδιο ισχύει και για τις πρωτεΐνες. Η απορρόφησή τους από τον πεπτικό σωλήνα δε φαίνεται να διαφέρει στα 5.000 μ., συγκρινόμενη με το επίπεδο της θάλασσας.

Γενικά φαίνεται μάλλον απίθανο μια δυσσαπορρόφηση των ουσιών της τροφής να παίζει ένα σημαντικό ρόλο στο αρνητικό ισοζύγιο στα μεγάλα υψόμετρα, αν και στα πολύ μεγάλα υψόμετρα, πάνω από 7.000 μ., το έντερο μπορεί να χάνει ένα ποσοστό της ικανότητάς του να απορροφά τις θρεπτικές πρώτες ύλες, εξαιτίας της χαμηλής μερικής τάσης του O<sub>2</sub> στο αρτηριακό αίμα.

## 5. ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΠΡΩΤΕΪΝΩΝ

Ένα μεγάλο ποσοστό της απώλειας βάρους, στο μεγάλο υψόμετρο, οφείλεται στην ελάττωση της μυϊκής μάζας. Σε ορειβάτες υψηλού επιπέδου, αυτή η απώλεια μυϊκής μάζας. Σε ορειβάτες υψηλού επιπέδου, αυτή η απώλεια μυϊκής μάζας στο μεγάλο υψόμετρο, μπορεί να ελαττώσει την επιφάνεια εγκάρσιας διατομής του μηρού κατά 17%, ποσοστό πραγματικά πολύ σημαντικό. Το ερώτημα που γεννιέται είναι αν αυτή η απώλεια μυϊκής μάζας στο μεγάλο υψόμετρο οφείλεται, τουλάχιστον κατά μέρος, στην έλλειψη έντονης προπόνησης κάτω από αυτές τις συνθήκες. Μπορεί να υποθέσει κανείς ότι οι ορειβάτες που βρίσκονται σε καλή φυσική κατάσταση και είναι προπονημένοι πριν αναχωρήσουν για μια ορειβατική αποστολή, υπόκεινται μια απώλεια μυϊκής μάζας όταν παραμείνουν μεγάλα χρονικά διαστήματα στο μεγάλο υψόμετρο, εξαιτίας της σχετικής έλλειψης προπόνησης (σε σχέση πάντα με αυτή που είχαν πριν τη συμμετοχή τους σε μια τέτοια αποστολή) και φυσικής άσκησης που μπορεί να οδηγούν σε μυϊκή υποτροφία.

Από τη άλλη πλευρά, υπάρχουν κάποιες ενδείξεις ότι αυτή καθαυτή η υποξία μπορεί να επηρεάζει το μεταβολισμό των αμινοξέων. Έχει βρεθεί ότι η οξεία υποβαρική υποξία μείωσε την πρόσληψη και χρησιμοποίηση από το τμήμα των μυών του πήχη στο άνω άκρο. Αξίζει να σημειωθεί ότι η νορμοβαρική υποξία, όπως παρατηρείται στους ασθενείς που πάσχουν από χρόνιες αποφρακτικές πνευμονοπάθειες, συχνά συνοδεύεται από αξιοσημείωτη απώλεια μυϊκής μάζας, εξαιτίας παρόμοιων μεταβολών στο μεταβολισμό των πρωτεϊνών. Συμπληρωματική χορήγηση αμινοξέων στη διατροφή των ορειβατών στο μεγάλο υψόμετρο μπορεί να προλάβει την απώλεια μυϊκής μάζας. Πειραματικές μελέτες που έχουν γίνει, τόσο στο εργαστήριο όσο και σε πραγματικές συνθήκες υποβαρικής υποξίας, δείχνουν ότι η οξεία υποξία μειώνει την πρωτεϊνοσύνθεση: μεταβολές στην έκκριση διαφόρων ορμονών επηρεάζουν τον αναβολισμό και καταβολισμό των πρωτεϊνών, προκαλώντας μια διαταραχή της ισορροπίας σε βάρος του πρώτου. Έχουν παρατηρηθεί μεταβολές στις συγκεντρώσεις ορμονών σαν αποτέλεσμα της έκθεσης σε οξεία ή χρόνια υποξία, όπως ελάττωση της ινσουλίνης, αύξηση της κορτιζόλης, των κατεχολαμινών της αυξητικής ορμόνης, της θυρεοειδικής ορμόνης και των προσταγλανδινών. Όλες οι ορμόνες αυτές επεμβαίνουν στο μεταβολισμό των πρωτεϊνών. Σε βιοψίες που έχουν γίνει σε μυϊκές μάζες ορειβατών στα μεγάλα υψόμετρα, η παρατηρούμενη απώλεια μυϊκής μάζας φαίνεται να είναι αποτέλεσμα ελάττωσης του μεγέθους των μυϊκών ινών. Αυτή η παρατήρηση ισχύει και για τον πληθυσμό των Σέρπα. Και αν θέλουμε να προχωρήσουμε πιο μακριά, αφού οι Σέρπα σε χάνουν τόσο βάρος κατά την ανάβασή τους στα μεγάλα υψόμετρα, φαίνεται ότι η ελάττωση του μεγέθους των μυϊκών ινών θα μπορούσε να αποτελεί μια χρήσιμη προσαρμογή στο υψόμετρο, μέσω μηχανισμού της ελάττωσης της απόστασης διάχυσης O<sub>2</sub> από τα τριχοειδή στα μιτοχόνδρια των μυϊκών ινών.

**Συμπερασματικά:** Η έκθεση στο μεγάλο υψόμετρο, οδηγεί σε μια σημαντική απώλεια βάρους εξαιτίας μιας αρχικής απώλειας νερού και στη συνέχεια απώλειας λίπους και μυϊκού ιστού. Μέχρι τα υψόμετρα γύρω στα 5.000 μ., η απώλεια λίπους και μυϊκών μαζών μπορεί να αποφευχθεί μέχρι ένα βαθμό με την αύξηση της πρόσληψης τροφής. Η πρωτοπαθής ανορεξία, η έλλειψη ανέσεων, ή έλλειψη εύγευστης τροφής, η αποχή από τους ρυθμούς προπόνησης και πιθανώς απευθείας επίδραση της υποξίας στο μεταβολισμό των πρωτεϊνών, φαίνεται ότι οδηγούν σε αναπόφευκτη απώλεια βάρους στα μεγάλα υψόμετρα. Με σκοπό να περιορισθούν οι απώλειες, είναι χρήσιμο να εγκλιματίζεται κανείς επαρκώς, να ελαττώνει τη διάρκεια παραμονής στα εξαιρετικά στα μεγάλα υψόμετρα, όσο αυτό είναι δυνατόν και να διατηρεί υψηλή πρόσληψη και μεγάλη ποικιλία τροφών.