

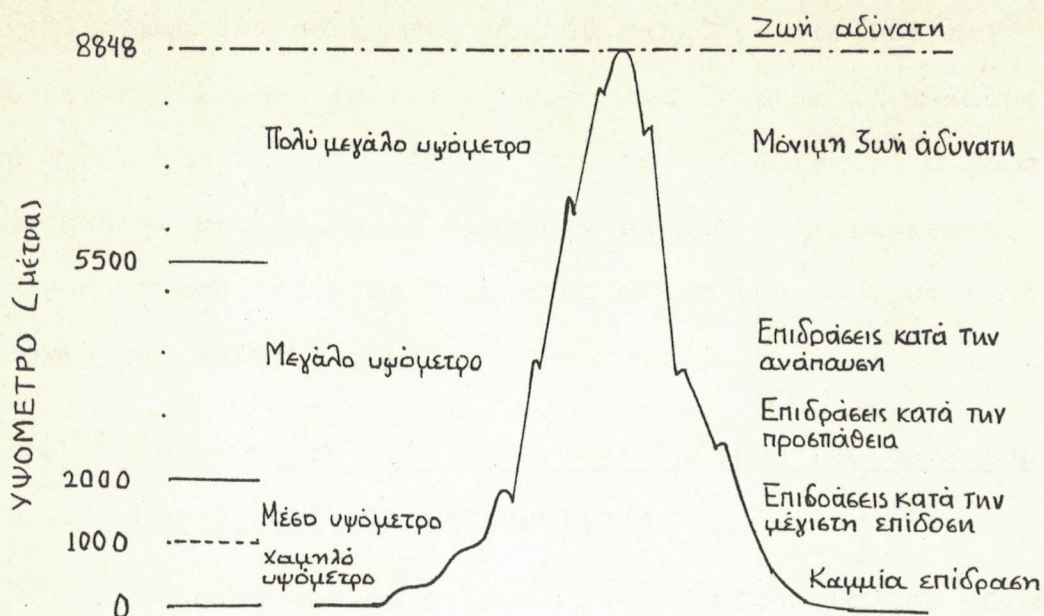
Υψόμετρον	Ατμοσφαιρική πίεση (mm Hg)	Μερική πίεση Οξυγόνου ατμ. αέρα	Θερμοκρασία (°C)
0	760	159.2	15
1000	674.1	141.2	8.5
2000	596.3	124.9	2.0
3000	526.0	110.2	-4.5
4000	462.5	96.9	-11.0
5000	405.4	84.9	-17.5
6000	354.2	74.2	-24.0
7000	308.3	64.6	-30.5
8000	267.4	56.0	-36.9
8848	236.3	49.5	-42.4
9000	231.0	48.4	-43.4

Πίνακας 1. - Τιμές διαφόρων ατμοσφαιρικών παραμέτρων σε σχέση με το υψόμετρο.

Οι τιμές που αναφέρονται στον παραπάνω πίνακα είναι υπολογισμένες για ιδανικές συνθήκες αέρα (Δεν λαμβάνονται υπόψη η υγρασία του αέρα, αιωρούμενα σωματίδια, βρόνη). Έτσι η ατμοσφαιρική πίεση και η θερμοκρασία μπορεί να διαφέρουν πολύ από τις τιμές του πίνακα ανάλογα με τις ατμοσφαιρικές συνθήκες και το γεωγραφικό πλάτος.

Ειδικά για υψόμετρα πάνω από 4.000 μ. στα Ιμαλάια η πραγματική Α.Π. μπορεί να διαφέρει κατά 5-10 mm Hg πάνω από τις ετήσιες τιμές. Το ίδιο συμβαίνει και με τη θερμοκρασία όπου σε ηλιόφάνεια, πάνω στον πάγο και χωρίς άνεμο μπορεί στη βκιά να ξεπεράσει τους +10°C σε υψόμετρο 7.000 μ.

οφείλεται στο N₂ και το 21% στο O₂. Έτσι έχουμε : μερική πίεση O₂ (PO₂) = 21 X 760/100 = 159 mm Hg.



Σχήμα 3. - Βιολογικός καθορισμός του υψόμετρου

οξυγόνου VO_2 ελαττώνεται ελαφρώς. Στο υψόμετρο ως τα 2.500-3.000μ. οι επιδράσεις είναι αντιληπτές κατά την προσπάθεια, αλλά κανένα σήμα δεν εμφανίζεται κατά την ανάληψη. Σ' αυτό το υψόμετρο τα παθολογικά σημάδια μπορούν να διαφυλαχθούν. Απ' αυτό το υψόμετρο και πάνω οι επιδράσεις μιάς οξείας έκθεσης στο υψόμετρο είναι σαφείς ακόμη και κατά την ανάληψη (υπεραερισμός-ταχυκαρδία).

Σε πολύ μεγάλο υψόμετρο από τα 5.000-5.500 και πάνω η μόνιμη ζωή του ανθρώπου φαίνεται να είναι αδύνατη. Η απότομη έκθεση (μερικές ώρες) σ' αυτά τα υψόμετρα είναι επικίνδυνη όπως έχουν επιβιώσει οι πρώτες δοκιμές και οδηγούν αναπόφευκτα σε κόμα. Παρ' όλα αυτά όμως ο άνθρωπος είναι ικανός με τους μηχανισμούς εγκλιματισμούς που διαθέτει να ζήσει και να αναπτύξει έντονη σωματική προσπάθεια σ' αυτά τα υψόμετρα. Αντίθετα όμως κανένας πληθυσμός δεν κατοικεί μόνιμα. Μέχρι σήμερα όμως μόνο μιά εμπειρία επιβίωσης δύο μηνών στα 6.700 μ έχει πραγματοποιηθεί (Nicolas Jaeger). Για πολλά χρόνια θεωρούνταν απίθανη η κατάκτηση της ψηλότερης κορυφής στον κόσμο (Everest 8.848 μ.) χωρίς συσκευή οξυγόνου.

Το 1978 όμως δύο ορειβάτες υψηλού επιπέδου οι (Reinhold Messner και Peter Habeler) το κατορθώσαν. Όπως θα δούμε και παρακάτω αυτό το φυσικό όριο της γήινης σφαίρας, είναι πολύ κοντά στο όριο της ανθρώπινης αντοχής στην υποξία, αλλά όμως δεν υπάρχουν άλλες κορφές ψηλότερες γιά να λανσάρουν οι ορειβάτες στους φυσιολόγους κάποια καινούργια πρόκληση.

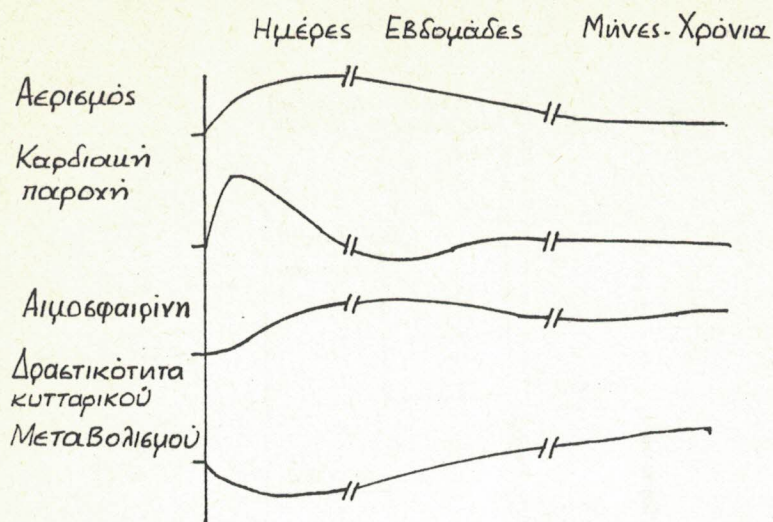
2.2.2. Χρονολογικές φάσεις των αντιδράσεων του οργανισμού

2.2.2.1. Προσαρμογή και εγκληματισμός

Η αντίδραση του οργανισμού στις απαιτήσεις του μεγάλου υψόμετρου μπορεί να τοποθετηθεί σε τρία επίπεδα:

- α)- Γενετικό επίπεδο: Είναι η προσαρμογή στην ακριβή της έννοια προϊόν αμετάκλητο της φυσικής εκλογής. Οι γενετικά προσαρμοσμένοι στο υψόμετρο πληθυσμοί (sherpas) διαθέτουν κληρονομικά χαρακτηριστικά ευνοϊκά γιά την επιβίωσή τους στο υψόμετρο (ιδιαίτερος τύπος αιμοσφαιρίνης-Hb-)²⁵. Αυτά τα χαρακτηριστικά δεν εξαφανίζονται αν τα άτομα αυτά απομακρυνθούν από το περιβάλλον τους.
- β)- Φυσιολογικό επίπεδο: Είναι ο εγκληματισμός. Τα πολύπλοκα συστήματα της ομοιοστασίας (θερμορύθμιση, ερυθροποίηση, ρύθμιση του πνευμονικού αερισμού) επιτρέπουν στον οργανισμό -μέσα σε κάποια όρια- να ανταπεξέρχεται σε περιβάλλον εξαίρεσης. Αυτές οι αντιδράσεις είναι περιστασιακές. Έτσι παρέρχονται όταν οι συνθήκες που τις προκάλεσαν παρέλθουν.
-

25. Είναι η χρωστική ουσία του αίματος. Μεταφέρει το O_2 από τους πνεύμονες στους ιστούς. Κατά τη διέλευσή της από τα τριχοειδή αιμοφόρα αγγεία των πνευμόνων ενώνεται εύκολα με το O_2 σχηματίζοντας την αιμοσφαιρίνη. Ένα gr αιμοσφαιρίνης δεσμεύει 1,34 ml O_2 . Όταν φτάσει στους ιστούς αποδίδει πάλι το O_2 . Η διάσπαση επιτυγχάνεται εξαιτίας της μείωσης της μερικής τάσης του O_2 .



Σχήμα 4.- Εξέλιξη των διαδικασιών προσαρμογής κατά την διάρκεια έκθεσης σε υποξινό περιβάλλον.

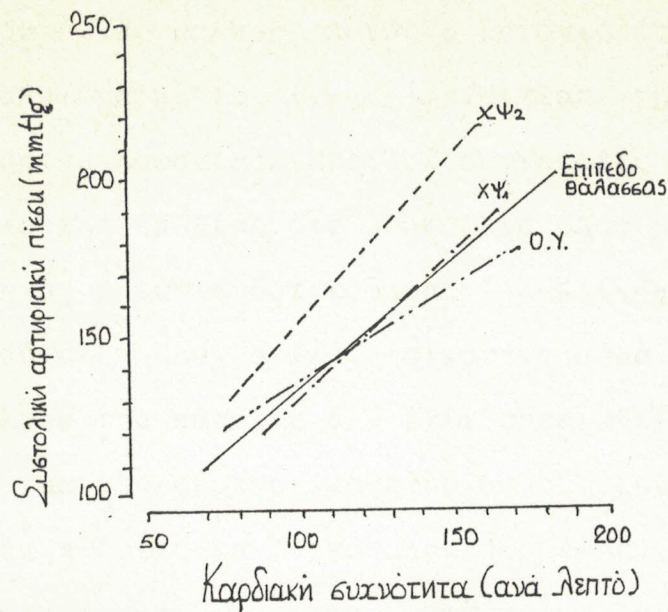
που εισέρχονται στη μεταφορά του O_2 στο υψόμετρο κατά τη διάρκεια της προσπάθειας και της ανάπαυσης (ανάληψης).

2.2.3.1. Από τον ατμοσφαιρικό αέρα στις πνευμονικές κυψελίδες

Η μείωση της μερικής πίεσης οξυγόνου (PO_2) στον εισπνεόμενο αέρα μεταβιβάζεται στο O_2 των πνευμονικών κυψελίδων (PKO_2) και στο O_2 του αρτηριακού αίματος (PaO_2). Η προκαλούμενη έτσι υποξαιμία προκαλεί έναν αντανakλαστικό υπεραερισμό³¹ χρησιμοποιώντας τους χημειουποδοχείς³² της καρωτίδας και αορτής. Ο υπεραερισμός αυξάνοντας την παροχή του αερίου (O_2) στον εισπνεόμενο αέρα και στις πνευμονικές κυψελίδες επιφέρει μιά ανύψωση της (PKO_2) και συνεπώς της (PaO_2). Σίγουρα όμως ο υπεραερισμός αυτός είναι ανίκα-

31. Είναι η αύξηση του αερισμού των πνευμόνων

32. Είναι νευρικά κύτταρα που διαγείρονται από την έλλειψη O_2 και στέλνουν νευρικές ώσεις στο αναπνευστικό κέντρο προκαλώντας



Σχήμα 9. - Μεταβολή της συστολικής αρτηριακής πίεσης σε σχέση με την καρδιακή συχνότητα κατά την προσπάθεια στο επίπεδο της θάλασσας (Ε.Π) σε φάση οξείας υποξείας στα 3.800 μ (O.Y) σε φάση χρόνιας υποξείας 3 ημερών στα 4950 μ (XΨ₁) και σε φάση χρόνιας υποξείας 21 ημερών στα 4950 μ. (XΨ₂)

γραφείς (Vogel, Hartley, Grover) αλλά οι μελέτες είναι γενικά πολύ λίγες αριθμητικώς⁴⁷. Η αρτηριακή πίεση (συστολική, διαστολική και μέση) και οι περιφερειακές αντιστάσεις φαίνονται να ελαττώνονται κατά την προσπάθεια στη φάση της οξείας υποξείας, αλλά αντίθετα να αυξάνονται κατά τη διάρκεια παρατεταμένης έκθεσης σε σχέση με τις τιμές τους στο επίπεδο της θάλασσας (σχήμα 9).

Η μείωση της καρδιακής παροχής και τους όγκου παλμού στο υψόμετρο κατά την άσκηση μπορεί να οφείλεται στην αύξηση των περιφερειακών αντιστάσεων (μετά φορτίου) που παρακωλύουν την φλεβική επι-

the attenuated cardiac response to beta-adrenergic stimulation in chronic hypoxia σελ.44, 647-651, 1978.

47. Vogel J.A. Hartley L.H., Cruz J.C. Hogan R.P. - Cardiac output during exercise in sea level residents at sea level and High alti-