

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ :

«ΔΙΕΘΝΗΣ ΙΑΤΡΙΚΗ-ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΡΙΣΕΩΝ ΥΓΕΙΑΣ»

ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΙΑΤΡΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Από την «Στέγη του Κόσμου» στο κρεβάτι του ασθενή...

Αναδρομή στην ιστορία της Ιατρικής Υψομέτρου

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΦΟΙΤΗΤΡΙΑ : ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ ΜΠΑΡΤΣΕΑ

ΑΘΗΝΑ

ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ ,2012

ΠΡΑΚΤΙΚΟ ΚΡΙΣΕΩΣ

ΤΗΣ ΣΥΝΕΔΡΙΑΣΗΣ ΤΗΣ ΤΡΙΜΕΛΟΥΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ
ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Τ.. Μεταπτυχιακ.. Φοιτητ..

Εξεταστική Επιτροπή

....., Επιβλέπων

....., Μέλος

....., Μέλος

Η Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή η οποία ορίστηκε απο την ΓΣΕΣ της Ιατρικής Σχολής του Παν. Αθηνών Συνεδρίαση τηςης 20... για την αξιολόγηση και εξέταση τ... υποψηφίου κ..., συνεδρίασε σήμερα .../.../....

Η Επιτροπή διαπίστωσε ότι η Διπλωματική Εργασία τ. Κ... με τίτλο

.....
.....

....., είναι πρωτότυπη, επιστημονικά και τεχνικά άρτια και η βιβλιογραφική πληροφορία ολοκληρωμένη και εμπειριστατωμένη.

Η εξεταστική επιτροπή αφού έλαβε υπ' όψιν το περιεχόμενο της εργασίας και τη συμβολή της στην επιστήμη, με ψήφους προτείνει την απονομή στον παραπάνω Μεταπτυχιακό Φοιτητή την απονομή του Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης (Master's).

Στην ψηφοφορία για την βαθμολογία ο υποψήφιος έλαβε για τον βαθμό «ΑΡΙΣΤΑ» ψήφους για τον βαθμό «ΛΙΑΝ ΚΑΛΩΣ» ψήφους, και για τον βαθμό «ΚΑΛΩΣ» ψήφους Κατά συνέπεια, απονέμεται ο βαθμός «(Αριστα/Λίαν Καλώς/Καλώς)& (Βαθμός).....».

Τα Μέλη της Εξεταστικής Επιτροπής

....., Επιβλέπων (Υπογραφή)

....., Μέλος (Υπογραφή)

....., Μέλος (Υπογραφή)

« Τώρα, μετά τις ώρες του μαρτυρίου, δεν έχω τίποτα περισσότερο να κάνω από το να αναπνέω... Αναπνέω σαν κάποιον που έχει τρέξει την κούρσα της ζωής του και ξέρει ότι μπορεί τώρα να ξεκουραστεί για πάντα Δεν είμαι τίποτα περισσότερο από ένας ενιαίος, στενός, ασθμαίνων πνεύμονας που επιπλέει πάνω από τα νέφη και τις κορυφές» .

Reinhold Messner

... στους γονείς μου και τον αδερφό μου που με βοηθούν να ονειρεύομαι και να τολμάω...

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΗΣ ΟΡΕΙΒΑΣΙΑΣ

ΓΕΓΟΝΟΤΑ ΣΤΑΘΜΟΙ ΣΤΗΝ ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΗΣ ΙΑΤΡΙΚΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΟΥ

Εργαστήρια μελέτης σε μεγάλο υψόμετρο

ΓΕΓΟΝΟΤΑ ΣΤΑΘΜΟΙ ΚΑΙ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΕΣ ΑΠΟΣΤΟΛΕΣ ΤΟΝ 20Ο ΑΙΩΝΑ

Στρατιωτικές επιχειρήσεις και Νόσος του Υψομέτρου- Operation Everest I

Η κατάκτηση του Έβερεστ εξακολουθεί να αποτελεί ανεκπλήρωτο στόχο

Operation Everest II

Συνάντηση ορόσημο των ερευνητών της Νόσου του Υψομέτρου

Οξεία Νόσος του Βουνού

Εγκεφαλικό Οίδημα Υψομέτρου

Πνευμονικό Οίδημα Υψομέτρου

Operation Everest III

ΑΠΟ ΤΟ ΕΒΕΡΕΣΤ ΣΤΟ ΚΡΕΒΑΤΙ ΤΟΥ ΑΣΘΕΝΗ

Caldwell Xtreme Everest 2007

Μελλοντικές προκλήσεις

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Κάθε χρόνο εκατομμύρια άνθρωποι ταξιδεύουν σε μεγάλο υψόμετρο καθώς επισκέπτονται περιοχές αναψυχής στα Ιμαλάια, τις Άλπεις, τα Βραχώδη Όρη, τις Άνδεις... Επιπλέον, χιλιάδες άνθρωποι που αγαπούν την περιπέτεια αναρριχούνται στις κορυφές του κόσμου δοκιμάζοντας τα όρια της ανθρώπινης αντοχής. Στο επίπεδο της θάλασσας, όπου η βαρομετρική πίεση είναι 760 mm Hg, η P02 του αρτηριακού αίματος σε έναν υγιή άνθρωπο είναι 95 mm Hg. Στην κορυφή του βουνού Everest, σε ένα υψόμετρο 8848 μέτρων, η ατμοσφαιρική πίεση μειώνεται σε 253 mm Hg και η αρτηριακή P02 εκτιμάται ότι είναι 35 mm Hg.(46)

Εάν ένας υγιής άνθρωπος εκτεθεί σε αυτές τις συνθήκες άμεσα, γρήγορα θα χάσει τις αισθήσεις του και κατά πάσα πιθανότητα θα υποστεί σοβαρή υποξική εγκεφαλική βλάβη. Το γεγονός ότι οι άνθρωποι μπορούν, με κατάλληλη προετοιμασία να επιβιώνουν και να λειτουργούν σε αυτά τα ακραία ύψη έχει συναρπάσει τους επιστήμονες για αρκετούς αιώνες. Οι συνεχείς προκλήσεις που δημιουργούνταν από τη μελέτη της κίνησης σε ορεινό πεδίο οδήγησε στην ανάπτυξη τα τελευταία χρόνια ενός ιδιαίτερου κλάδου της ιατρικής, της Ιατρικής Υψομέτρου, με στόχο την κατανόηση, την πρόληψη και την αντιμετώπιση μιας κατάστασης που είναι γνωστή ως Νόσος του Υψομέτρου. Η νόσος αυτή εκδηλώνεται είτε ως απλή Οξεία Νόσος του Βουνού, είτε ως Πνευμονικό Οίδημα Μεγάλου Υψομέτρου, είτε ως Εγκεφαλικό Οίδημα Μεγάλου Υψομέτρου .

Τα τελευταία χρόνια, το πεδίο εφαρμογής της έρευνας σε μεγάλο υψόμετρο έχει διευρυνθεί σημαντικά. Η ιατρική υψομέτρου αποτελεί πλέον ένα «φυσικό εργαστήριο έρευνας» για τη μελέτη της καρδιαγγειακής φυσιολογίας και παθοφυσιολογίας. Η γνώση από αυτές τις μελέτες έχει ήδη μεταφερθεί στο κρεβάτι των ασθενών που έχουν προβλήματα υποξίας σε χαμηλό υψόμετρο, όχι βέβαια λόγω έλλειψης οξυγόνου αλλά ως αποτέλεσμα υποξαιμίας λόγω ανεπάρκειας κάποιου οργάνου , συνήθως της καρδιάς ή των πνευμόνων.

Ένα από τα προβλήματα, όταν μιλάμε για μεγάλο υψόμετρο είναι η απουσία καθολικά αποδεκτού ορισμού για το τι ακριβώς συνιστά ο όρος «μεγάλο υψόμετρο». Σε αυτή την εργασία θα χρησιμοποιηθούν οι ορισμοί της Διεθνούς Ομοσπονδίας Ιατρικής Βουνού (1) σύμφωνα με την οποία ορίζουμε :

« Μεγάλο υψόμετρο » : 1500 – 3500 μέτρα

«Πολύ μεγάλο υψόμετρο» : 3500 – 5500 μέτρα

«Ακραίο υψόμετρο» : πάνω από 5500 μέτρα.

Η υποψία πως το υψόμετρο μπορεί να έχει δυσμενείς επιπτώσεις στον ανθρώπινο οργανισμό είχε τεθεί πολλά χρόνια πριν. Η πρώτη επίσημη αναφορά φαίνεται πως έγινε από ένα Κινέζο αξιωματούχο, τον Tseen Han Shoo το 30 π.Χ., ο οποίος σε χειρόγραφο του περιγράφει πονοκέφαλο, ωχρότητα και έμετο στους ταξιδιώτες του αρχαίου «δρόμου του μεταξίου» στην Κεντρική Ασία. Ειδικά το σύμπτωμα του πονοκεφάλου ήταν τόσο κοινό που οι περιοχές ήταν γνωστές ως βουνά του «Μεγάλου και του Μικρού Πονοκέφαλου» που πιθανόν αντιστοιχούν στη σημερινή οροσειρά Karakoram Range και στο πέρασμα Kilik Pass (4827 m) στο Παμίρ.(2)

Η πρώτη τεκμηριωμένη περιγραφή της νόσου ανήκει στον Ισπανό Ιησουίτη και ιστορικό Joseph De Acosta ο οποίος ταξίδεψε στο Περού και κατέγραψε σύνολο συμπτωμάτων που προκαλούνταν από το μεγάλο υψόμετρο στις Άνδεις. Το έργο του δημοσιεύτηκε αρχικά το 1590 στην Ισπανία και το 1604 σε αγγλική απόδοση με τίτλο «The Naturall and Morall History of the East and West Indies». Η Οξεία Νόσος του Βουνού αναφέρεται συχνά και ως σύνδρομο Acosta καθώς είναι ο πρώτος που περιγράφει τόσο γλαφυρά την παθολογική αυτή κατάσταση.(3)

Η έλευση των αερόστατων θερμού αέρα το 1783 στο Παρίσι από τους αδερφούς Montgolfier και η ψυχαγωγική ενασχόληση των ευγενών της Ευρώπης με την εξερεύνηση των βουνών στα τέλη του 18ου αιώνα είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση των περιστατικών της νόσου του υψομέτρου γεγονός που προκάλεσε την ανάγκη για κατανόηση, πρόληψη και αντιμετώπιση των συμπτωμάτων της. Οι προσπάθειες για ανάβαση στο Έβερεστ και τελικά η κατάκτηση του λειτούργησαν ως καταλύτης για επιστημονικές αποστολές. Χιλιάδες ερευνητές από την αρχή του 19ου αιώνα έως σήμερα μελέτησαν φαινομενικά υγιείς ορειβάτες σε περιβάλλον μεγάλου και ακραίου υψομέτρου και αξιοποίησαν τις διαπιστώσεις τους για την κατανόηση των παθοφυσιολογικών μηχανισμών που εμπλέκονται στην εκδήλωση συμπτωμάτων σε περιβάλλον υποξίας. Κατά συνέπεια, η γέννηση και η πορεία της ιατρικής υψομέτρου φαίνεται να είναι στενά συνδεδεμένη με τη γέννηση και την εξέλιξη της ιστορίας της ορειβασίας.

ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΗΣ ΟΡΕΙΒΑΣΙΑΣ

Η ομορφιά και το μεγαλείο των βουνών έχουν υμνηθεί από τον άνθρωπο από τη στιγμή της ύπαρξής του. Στην αρχή τα έτρεμε, για αυτό έβαλε τους θεούς του να κατοικούν εκεί. Σιγά σιγά πλησίασε στις πλαγιές τους για να βόσκουν τα ζώα του ή να προφυλαχτεί από τους εχθρούς του. Στη συνέχεια τα κατοίκησε, έγινε ορεισίβιος και τελικά θέλησε να τα εξερευνήσει, να κατακτήσει τις κορυφές τους. Έγινε ορειβάτης...

Οι πρώτες αναφορές για κίνηση πληθυσμών σε ορεινό πεδίο, και μάλιστα μεγάλου υψομέτρου καταγράφονται κιόλας από την αρχαιότητα. Ο Ξενοφών στην Ανάβαση (IV,V.36) περιγράφει τη μετακίνηση των στρατιωτών στις χιονισμένες πλαγιές του Κουρδιστάν και της

Αρμενίας, το 397 π.Χ.(4). Ο Στράβων στα Γεωργικά (XI,5,6) αναφέρει τη χρήση μεταλλικών σχαρών με καρφιά που έδεναν κάτω από τα άρβυλα οι πληθυσμοί του Καυκάσου για να περπατούν στο χιόνι.(4). Ιστορικοί αναφέρονται σε στρατιώτες του Μ. Αλεξάνδρου οι οποίοι με σιδερένιους πασσάλους και σχοινιά αναρριχούνταν στα βουνά του σημερινού Πακιστάν. Στην εκστρατεία αυτή υπάρχουν μάλιστα και αναφορές για μια «περίεργη» κακοδιαθεσία των στρατιωτών η οποία πολύ πιθανόν να οφείλεται στην κίνησή τους στο μεγάλο υψόμετρο.

Ο σκοταδισμός του Μεσαίωνα «στοίχειωσε» τα βουνά. Υπήρχαν όμως κάποιοι οι οποίοι αφήφισαν τις δεισιδαιμονίες για να δουν «τι υπήρχε εκεί πάνω», όπως ο Βασιλιάς της Αραγονίας Πέτρος που ανέβηκε στο Canigou (2787 m) των Πυρηναίων το 1280. Από τον 16ο αιώνα άνθρωποι των γραμμάτων και των τεχνών προσεγγίζουν τα βουνά για συλλογή πληροφοριών για τη Φυσική, τη Βιολογία και τη Γεωλογία ή για λόγους ψυχαγωγίας.

Στα τέλη του 18ου αιώνα οι νέες ιδέες και οι κοινωνικές τάξεις που προκύπτουν κατά τη διάρκεια της Γαλλικής και στη συνέχεια της Βιομηχανικής Επανάστασης διαμορφώνουν βασικό συστατικό της έννοιας της ορειβασίας τη δυσκολία ,το ρίσκο και το πνεύμα της κατάκτησης. Πατέρας της ορειβασίας θεωρείται ο Oratio Benedicto de Saussure , ένας γεωλόγος από τη Γενεύη ο οποίος θέλησε αρχικά να μελετήσει τις Άλπεις και στη συνέχεια του δημιουργήθηκε η επιθυμία να ανεβεί στην ψηλότερη κορυφή τους ,στο Mont Blanc (4808 μ). Από το 1760 έως το 1785 όλες οι προσπάθειες ανάβασης απέτυχαν. Τελικά τη δόξα «έκλεψαν» ο γιατρός Michel-Gabriel Paccard και ο οδηγός του Jacques Balmat οι οποίοι πραγματοποίησαν την πρώτη επιτυχή ανάβαση στην κορυφή των Άλπεων στις 8 Αυγούστου 1786.

Από τις αρχές του 19ου αιώνα αρχίζει να δημιουργείται ένα ορειβατικό ρεύμα στην Ευρώπη το οποίο συγκέντρωσε οικονομικά ευκατάστατους ευρωπαίους, κυρίως Άγγλους, στις περιοχές γύρω από τις Άλπεις. Το 1821 ιδρύεται στο Chamoniix το πρώτο σωματείο Οδηγών Βουνού και κυκλοφόρησαν τα πρώτα βιβλία και χάρτες. Η «χρυσή» εποχή της ορειβασίας αρχίζει το 1854, οπότε ομάδες ορειβατών, στην πλειοψηφία τους Άγγλοι, καταφθάνουν στις Άλπεις. Οι πρωτοπόροι αυτοί μελέτησαν τις συνθήκες του βουνού με τους παγετώνες και τα επικίνδυνα ανοίγματά τους (crevasse), τα σαθρά βράχια, τις χιονοστιβάδες. Κατασκεύασαν καλύτερα ορειβατικά μπαστούνια και σχοινιά, εφεύραν και τελειοποίησαν την ορειβατική αξίνα (piolet) και σταδιακά κατέκτησαν τις περισσότερες κορυφές των Άλπεων. Το 1857 ιδρύεται στο Λονδίνο ο πρώτος ορειβατικός σύνδεσμος στον κόσμο, το Alpine Club. Από τις Άλπεις το ενδιαφέρον μεταφέρεται σε άλλες κορυφές. Το 1868 οι Άγγλοι Freshfield ,Moore και Taker ανεβαίνουν στην κορυφή του Καυκάσου (Elbrus 5642μ), το 1889 ο Γερμανός Meyer στο Kilimanjaro (5963μ) ,το 1897 ο Zurbriggen στο Aconcagua των Άνδεων(6962 μ) και το 1913 ο Stuck στο McKinley της Αλάσκα (6194 μ).

Η σύγχρονη ορειβασία ξεκινά μετά τον πρώτο Παγκόσμιο πόλεμο και αφορά πλέον σε όλον τον κόσμο. Η οροσειρά των Ιμαλαίων, που για αιώνες ήταν σχεδόν άγνωστη, αποτελεί τη νέα πρόκληση. Οι προσπάθειες για την κατάκτηση της κορυφής του κόσμου ξεκινούν το 1921 και ύστερα από αρκετές αποστολές και πολλά θύματα ο Edmund Hillary και ο Sherpa Tensing Norgay στέκονται τελικά στη «στέγη του κόσμου» το 1953.

Με την επίτευξη των στόχων τους οι ορειβάτες αναζητούν νέες προκλήσεις. Σημασία δεν έχει πλέον μόνο η κατάκτηση μιας κορυφής αλλά η προσέγγισή της από μια διαδρομή αυξημένης τεχνικής δυσκολίας και με τα λιγότερο δυνατόν βοηθητικά μέσα .Απόλυτη νίκη του ανθρώπου απέναντι στους νόμους της φύσης αποτελεί η ανάβαση στο Έβερεστ χωρίς τη χρήση οξυγόνου η οποία επιτεύχθηκε για πρώτη φορά από τους Reinhold Messner και Peter Habeler το 1978.

ΓΕΓΟΝΟΤΑ ΣΤΑΘΜΟΙ ΣΤΗΝ ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΗΣ ΙΑΤΡΙΚΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΟΥ

Όπως περιγράφηκε νωρίτερα ,η πρώτη αναφορά για την επίδραση του υψομέτρου στον ανθρώπινο οργανισμό έγινε από τον Κινέζο Tseen Han Shoo το 30 π.Χ. ενώ η πρώτη τεκμηριωμένη περιγραφή από τον Ισπανό Joseph De Acosta το 1570 μ.Χ

Η ανακάλυψη του βαρόμετρου από τον Ιταλό φυσικό και μαθηματικό Evangelista Torricelli το 1644 έφερε επανάσταση στην επιστήμη . Ο ίδιος πρότεινε ότι η ατμόσφαιρα έχει βάρος και ασκεί πίεση και ακολούθησε το 1648 η απόδειξη από τον Blaise Pascal ότι η βαρομετρική πίεση ελαττώνεται με την αύξηση του υψομέτρου.

Το 1660 οι Robert Boyle και Robert Hooke κατασκευάζουν την πρώτη αντλία αέρα για μετρήσεις φυσιολογίας και ο Boyle σε βιβλίο του αναφέρει τις επιδράσεις της μειωμένης ατμοσφαιρικής πίεσης μετά από πληθώρα πειραμάτων.(5) Το 1777 ο Γάλλος χημικός Antoine Lavoisier περιγράφει με ακρίβεια το οξυγόνο και τα άλλα αέρια του αναπνευστικού, παρέχοντας στους επιστήμονες τη δυνατότητα να ερευνήσουν τις επιδράσεις του υψομέτρου στην ανθρώπινη φυσιολογία.(6)

Η πρώτη επιτυχής ανάβαση στην κορυφή των Άλπεων είχε καταλυτικό ρόλο στην αύξηση του ενδιαφέροντος για την ορειβασία. Η αύξηση των συμμετοχών σε ορειβατικές αποστολές και οι πολλαπλές περιγραφές συμπτωμάτων της οξείας νόσου του βουνού ,οδήγησαν στη συγγραφή πολλών σχετικών επιστημονικών εργασιών.

Το 1878 ο Paul Bert δημοσιεύει το έργο «La Pression Barometrique»,το οποίο θεωρείται το πιο πρώιμο έγκυρο σύγγραμμα της φυσιολογίας υψομέτρου. Ο Bert ήταν ο πρώτος που πραγματοποίησε πειράματα σε θάλαμο αποσυμπίεσης και μελέτησε τις επιδράσεις τόσο της αυξημένης όσο και της ελαττωμένης ατμοσφαιρικής πίεσης στον άνθρωπο. Έδειξε ότι η εισπνοή αέρα σε συνθήκες χαμηλής ατμοσφαιρικής πίεσης ,όπως συμβαίνει στο υψόμετρο, ήταν επικίνδυνη λόγω έλλειψης οξυγόνου και διαπίστωσε πώς οι επιπτώσεις της χαμηλής βαρομετρικής πίεσης σε μεγάλο υψόμετρο οφείλονται στην ταυτόχρονη μείωση της μερικής πίεσης του O₂ .(7). Δεν είναι τυχαίο λοιπόν που κατέκτησε τον τίτλο του πατέρα της σύγχρονης ιατρικής και φυσιολογίας υψομέτρου.

Λίγα χρόνια αργότερα ,το 1890, ο Viault ύστερα από παρατήρηση ζώων που ζούσαν στις Άνδεις, περιγράφει για πρώτη φορά την πιο γνωστή σήμερα απόκριση της φυσιολογίας στο υψόμετρο, την αύξηση των ερυθρών αιμοσφαιρίων.(6)

Ένα θέμα που ήταν επίσης υπό συζήτηση εκείνη την εποχή ήταν η θεωρία της έκκρισης του οξυγόνου από τον πνεύμονα, η οποία υποστηριζόταν από τους Haldane, Bohr και άλλους. Αυτό επιλύθηκε τελικά υπέρ της παθητικής διάχυσης, ύστερα από δημοσίευση σειρών εργασιών από τους August Krogh και τη γυναίκα του Marie το 1910 και τον Barcroft το 1923 (6)

Εργαστήρια μελέτης σε μεγάλο υψόμετρο

Από την πρώτη ανάβαση στο Mont Blanc το 1786 και μετά, πολλές επιστημονικές εκδηλώσεις έχουν λάβει χώρα στην ψηλότερη κορυφή της Ευρώπης. Το 1890 ο Joseph Vallot κατασκευάζει σε υψόμετρο 4350 μ στο Mont Blanc το εργαστήριο Vallot. Εκεί, για περισσότερο από 30 χρόνια μελέτησε τους παγετώνες και έκανε παρατηρήσεις για τη γεωλογία, την αστρονομία, τη μετεωρολογία, τη βοτανική, και τη φυσιολογία, οι οποίες δημοσιεύθηκαν στις επτά τόμους των *Annales de l'Observatoire du Mont-Blanc*, μεταξύ 1893 και 1917, και στο *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*. Το 1891, ο θάνατος του γιατρού Jacottet από πνευμονικό οίδημα έβαλε σε υποψία τους επιστήμονες ότι οφειλόταν άμεσα στο υψόμετρο και αποτελεί το πρώτο τεκμηριωμένο με αυτοψία περιστατικό Πνευμονικού Οιδήματος Μεγάλου Υψομέτρου(8). Στα αποτελέσματα των ερευνών του εργαστηρίου Vallot περιλαμβάνεται η διαπίστωση της αύξησης του αερισμού στο υψόμετρο η οποία αποδίδεται στο φαινόμενο του «αναπνευστικού εγκλιματισμού», η επιβεβαίωση των θεωριών του Bert σχετικά με το ρόλο του οξυγόνου στην Οξεία Νόσο του Βουνού, ενώ το 1913 τεκμηριώνεται για πρώτη φορά η μείωση της σωματικής απόδοσης στην κορυφή του Mont Blanc σε σκίουρους.(8)

Το 1893 ο Ιταλός φυσιολόγος Angelo Mosso, έχοντας ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τις επιπτώσεις του υψομέτρου στο ανθρώπινο σώμα, λειτουργεί το σταθμό Caranna Regina Margherita στην κορυφή του Monte Rosa σε υψόμετρο 4559μ. αποκλειστικά για μελέτες φυσιολογίας. Ο Mosso και οι συνεργάτες του μελέτησαν στρατιώτες και στο βιβλίο του «*Life of Man in the High Alps*» περιγράφονται μεταξύ άλλων περιστατικά Πνευμονικού Οιδήματος Υψομέτρου που τότε είχαν αντιμετωπιστεί ως λοιμώξεις κατώτερου αναπνευστικού. Επίσης γίνεται αναφορά στην περιοδική αναπνοή ως ένα φυσιολογικό φαινόμενο σε όλους όσους είχαν ξεπεράσει το προσωπικό τους υψομετρικό "κατώφλι". Στις παρατηρήσεις του σημειώνονται περίοδοι υπεραερισμού που ακολουθούνται από άπνοια 3-10 δευτερολέπτων και η οποία είναι περισσότερο έντονη κατά τη διάρκεια του ύπνου. Σημειώνουν επίσης ότι το φαινόμενο μπορεί να μειωθεί ελαφρώς με τον εγκλιματισμό, αλλά δεν επιλύεται μέχρι την κάθοδο (9)

Είναι φανερό πώς τα δυο εργαστήρια διαδραμάτισαν και εξακολουθούν να διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην εξέλιξη των ερευνών για την ιατρική σε μεγάλο υψόμετρο. Το εργαστήριο Vallot χρησιμοποιείται από το 1983 από την APRE (*Association pour la Recherche en Physiologie de l'Environnement*) με ετήσια οργάνωση επιστημονικών αποστολών ενώ ο σταθμός Caranna Margherita αποτελεί από το 1978 κέντρο έρευνας για ιατρική ακραίων συνθηκών και υψομέτρου (*Centre for Altitude Space and Extreme Environment Medicine -CASE Medicine*). Σήμερα, ανά τα βουνά του κόσμου λειτουργούν εργαστήρια ερευνών στα οποία φυσιολόγοι και γιατροί που ασχολούνται με το υψόμετρο εξακολουθούν να μελετούν την αντίδραση του ανθρώπινου οργανισμού σε περιβάλλον χαμηλής βαρομετρικής πίεσης. (παράρτημα-πίνακας 1) (10)

ΓΕΓΟΝΟΤΑ ΣΤΑΘΜΟΙ ΚΑΙ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΕΣ ΑΠΟΣΤΟΛΕΣ ΤΟΝ 20Ο ΑΙΩΝΑ

Από τις αρχές του 20ου αιώνα ξεκίνησαν επιστημονικές αποστολές σε μεγάλα υψόμετρα με σκοπό τη μελέτη της φυσιολογίας του ανθρώπινου σώματος . Το 1911 οι Douglas, Haldane, Henderson, Schneider, Webb και Richards αποτέλεσαν τη αγγλο-αμερικανική αποστολή του Pikes Peak (4300μ) στο Κολοράντο ,επίσης γνωστή ως εκστρατεία Γέιλ – Οξφόρδης. Η ομάδα παρέμεινε στην κορυφή για πέντε εβδομάδες. Συλλέχθηκαν μετρήσεις πριν, κατά τη διάρκεια και μετά την ανάβασή στην κορυφή και διαπιστώθηκαν υπεραερισμός κατά την άνοδο σε υψόμετρο, μείωση της κυψελιδικής PO₂ στα 2/3 περίπου από το επίπεδο της θάλασσας μετά από παραμονή δύο εβδομάδων στην κορυφή και επιβεβαίωση της ύπαρξης περιοδικής αναπνοής. Πολυερυθαιμία καταγράφηκε επίσης ως αύξηση στο ποσοστό της αιμοσφαιρίνης. Όλες αυτές οι παρατηρήσεις δημοσιεύτηκαν στο “Douglas et Haldanes paper” το 1913 .(11)

Την ίδια χρονιά στη Χιλή, ο Άγγλος Thomas Ravenhill μελετώντας τους ανθρακωρύχους που ζούσαν στο επίπεδο της θάλασσας αλλά εργάζονταν στα ορυχεία Collahuasi στα 4500 μ κατά τη διάρκεια της εβδομάδας, οδηγήθηκε στο διαχωρισμό δυο καταστάσεων που συνέβαιναν στο υψόμετρο, στο εγκεφαλικό και καρδιογενές (σήμερα πνευμονικό) οίδημα. Το έργο του ,αν και ανακαλύφθηκε περίπου 50 χρόνια αργότερα, αποτελεί σήμερα έγγραφο ορόσημο στην ιστορία της ιατρικής Υψομέτρου.(12)

Το 1921 η κυβέρνηση του Θιβέτ έδωσε άδεια σε μια βρετανική αποστολή να επιχειρήσει ανάβαση στο Έβερεστ από τη βόρεια πλευρά. Η βασιλική γεωγραφική υπηρεσία και το Alpine Club του Λονδίνου συνεργάζονται και ιδρύουν την Mount Everest Committee η οποία οργανώνει και χρηματοδοτεί την αποστολή. Επικεφαλής της αποστολής τέθηκε ο γιατρός Alexander Kellas ο οποίος είχε ήδη πραγματοποιήσει οχτώ αποστολές στην περιοχή των Ιμαλαίων συλλέγοντας πολύτιμες πληροφορίες για τα προβλήματα που δημιουργούνται από το υψόμετρο.(13)Πέθανε πριν την απόπειρα ανάβασης ,πρόλαβε ωστόσο να ολοκληρώσει το χειρόγραφο «Εξέταση της δυνατότητας ανάβασης στο Έβερεστ» (A consideration of the possibility of ascending Mt.Everest). Ο Kellas εκτίμησε την πίεση στην κορυφή στα 251 mmHg και τη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου στα 970 ml/min, πολύ κοντά στις σημερινές αποδεκτές τιμές των 253 mmHg και 1070 ml/min αντίστοιχα. Επίσης στο έργο του αναφέρει στοιχεία για τη φυσιολογία του εγκλιματισμού και σημαντικές μεταβλητές όπως το ύψος κορυφής , την κυψελιδική PO₂, τον αρτηριακό κορεσμό και τη μέγιστη κατανάλωση οξυγόνου, το μέγιστο ρυθμό ανόδου κοντά στην κορυφή. Με βάση αυτή την εκτενή ανάλυση, κατέληξε στο συμπέρασμα ότι «το Έβερεστ θα μπορούσε να ανέλθει από έναν άνθρωπο με εξαιρετική σωματική και ψυχική συγκρότηση με πρώτης τάξεως εκπαίδευση, χωρίς ενίσχυση (συμπληρωματικό οξυγόνο), εάν οι φυσικές δυσκολίες του βουνού δεν ήταν πολύ μεγάλες».(14)

Παρόμοιες αποστολές πραγματοποιήθηκαν το 1922, 1924, 1933, 1935 και 1938 στο Έβερεστ με την υποστήριξη της Mount Everest Committee. Πολλά έγιναν γνωστά σε αυτές τις αποστολές όσο αφορά στα εμπόδια της ανάβασης του Έβερεστ τα οποία προέρχονταν κυρίως από το υψόμετρο και τις καιρικές συνθήκες, όχι από τεχνικές δυσκολίες. Καθώς η ροή του συμπληρωματικού οξυγόνου στα 2 L/min δεν ήταν επαρκής για το ρυθμό ανάβασης, οι

αποστολές αυτές απέτυχαν να ξεπεράσουν τα 8500μ. Αυτό πυροδότησε συζητήσεις σχετικά με το αν ήταν εφικτή η προσέγγιση της κορυφής χωρίς συμπληρωματικό οξυγόνο. Το κύριο ερώτημα του Kellas ήταν εάν ένας καλός εγκλιματισμός επιτρέπει σε έναν ορειβάτη να ανεβεί από μια υποτιθέμενη κατασκήνωση βάσης στα 7700 μ. στην κορυφή του Έβερεστ σε μια μέρα χωρίς οξυγόνο και μαζί με τον Dent πίστευαν ότι ήταν εφικτή(6). Αντίθετα οι Barcroft, Haldane και άλλοι θεωρούσαν ότι το συμπληρωματικό οξυγόνο ήταν απαραίτητο για την ανάβαση. Τελικά η υπόθεση Kellas δικαιώθηκε το 1978 από τους Reinhold Messner και Peter Habeler.

Στρατιωτικές επιχειρήσεις και Νόσος του Υψομέτρου - Operation Everest I

Μετά τους Παγκοσμίους Πολέμους το ενδιαφέρον για την Ιατρική Υψομέτρου λαμβάνει άλλες διαστάσεις. Ο έλεγχος των αιθέρων ήταν ανέκαθεν σημαντικός στον πόλεμο. Δύο αιώνες νωρίτερα, το αερόστατο των Μοντγκολφιέ ενέπνευσε τον Βενιαμίν Φραγκλίνο να οραματιστεί μια αρμάδα με χιλιάδες μπαλόνια που θα μετέφεραν στρατεύματα στη μάχη. Η Γαλλία αποτέλεσε την πρώτη δύναμη στον αέρα αλλά, όταν το 1875 δυο Γάλλοι στρατιώτες πέθαναν από υποξία επιχειρώντας να ανέβουν πάνω από τα 7500 μ, αποδείχτηκε πως εάν ο άνθρωπος ήθελε να πολεμήσει στον αέρα οι κίνδυνοι του υψομέτρου έπρεπε να ξεπεραστούν.

Μέχρι το 1920, τα αεροσκάφη έφθαναν έως τα ύψη που επέτρεπαν στον πιλότο να αναπνέει χωρίς συμπληρωματικό οξυγόνο. Εικοσιπέντε χρόνια αργότερα, τα αεροσκάφη μπορούσαν να πάνε ακόμα πιο ψηλά, πέρα από το επίπεδο όπου το οξυγόνο της ατμόσφαιρας αρκούσε. Οι υπό πίεση καμπίνες ήταν μη συμβατές με τη μάχη για αυτό αναζητήθηκαν άλλες προσεγγίσεις. Έως τότε είχαν γίνει γνωστές οι θεωρίες περί εγκλιματισμού γι' αυτό μερικές αεροπορικές δυνάμεις έστελναν τους πιλότους τους στα βουνά για εβδομάδες ώστε να μπορέσουν να πετάξουν ψηλότερα από τους αντιπάλους τους. Αυτό ήταν κάπως αποτελεσματικό, αλλά δύσκολο στην πράξη. Υπέδειξε ωστόσο ότι τα πληρώματα μπορούσαν να εγκλιματιστούν με την επαναλαμβανόμενη έκθεση σε προσομοίωση υψομέτρου σε θαλάμους αποσυμπίεσης.

Για να εξετάσει αυτή την έννοια, το 1946 το Πολεμικό Ναυτικό των ΗΠΑ πραγματοποίησε στη ναυτική βάση Pensacola στη Φλώριδα το πρόγραμμα Operation Everest I, υπό τους CS Houston και RL Riley, με κύριο αντικείμενο έρευνας τον εγκλιματισμό. Τέσσερις εθελοντές τοποθετήθηκαν σε θάλαμο χαμηλής πίεσης και σταδιακής αποσυμπίεσης, εξομοιώνοντας το υψόμετρο του Έβερεστ σε 35 ημέρες. Ελήφθησαν δείγματα αρτηριακού και φλεβικού αίματος, ούρων και έγιναν μετρήσεις εκπνεόμενου αέρα, τόσο σε κατάσταση ηρεμίας όσο και μετά την άσκηση, κατ'επανάληψη κατά τη διάρκεια της «ανάβασης». Με ηλεκτροκαρδιογραφήματα και ακτινογραφίες θώρακα παρακολουθούνταν η καρδιακή λειτουργία.

Οι μελέτες έδειξαν καταρχήν την υπεροχή στην «ανάβαση» του μερικώς εγκλιματισμένου ατόμου σε σχέση με το μη εγκλιματισμένο. Ο αερισμός του αυξήθηκε υποδηλώνοντας τα οφέλη μιας ισχυρής υποξικής αναπνοής(15). Η κυψελιδο-αρτηριακή πίεση οξυγόνου μειώθηκε με την αύξηση του υψομέτρου, αλλά αυξήθηκε με την άσκηση. Το pH του αρτηριακού αίματος αυξήθηκε παράλληλα με την αύξηση του αερισμού αλλά σταθεροποιήθηκε και σιγά-σιγά έπεσε προς το κανονικό όταν επιτεύχθηκε εγκλιματισμός.

Λόγω της αλκαλοποίησης του αίματος άλλαζε το σχήμα της καμπύλης της οξυ - αιμοσφαιρίνης , ενισχύοντας την παράδοση του οξυγόνου στους ιστούς. Αν και ο κορεσμός του οξυγόνου του αίματος μειώθηκε δεν σημειώθηκε ανάλογη πτώση της περιεκτικότητας σε οξυγόνο του αρτηριακού αίματος και αυτό λόγω της αύξησης της αιμοσφαιρίνης. Η καρδιά δεν έδειξε κανένα σημάδι κάμψης. Η Operation Everest επιβεβαίωσε τελικά τις μέχρι τότε θεωρίες ότι ο εγκλιματισμός επιτυγχάνεται μέσω διαφόρων διαδικασιών που στοχεύουν στην αποκατάσταση της οξυγόνωσης των κυττάρων. (4)

Η κατάκτηση του Έβερεστ εξακολουθεί να αποτελεί ανεκπλήρωτο στόχο

Μεταξύ 1921 και 1952 καμία αποστολή δεν κατάφερε να προσεγγίσει την κορυφή Έβερεστ λόγω προβλημάτων φυσιολογίας που προέκυπταν μετά τα 8500 μ. Το 1952 μια Βρετανική ομάδα πραγματοποιεί «αναγνωριστική» αποστολή στο βουνό Cho Oyu των Ιμαλαίων στα πλαίσια προετοιμασίας για μια αποστολή με στόχο την κορυφή Έβερεστ το 1953. Επικεφαλής της επιστημονικής ομάδας ορίζεται ο Griffith Pugh. (16) Του ανατέθηκε να ελέγξει τις μονάδες οξυγόνου και τον λοιπό βοηθητικό εξοπλισμό και να καθορίσει την πιο αποτελεσματική ροή οξυγόνου που θα επέτρεπε τη βελτίωση της απόδοσης των ορειβατών.

Ο Pugh υπέβαλε τα μέλη της αποστολής και τον εξοπλισμό τους σε εντατική αξιολόγηση. Η ανάλυση των δεδομένων έδειξε ότι η επαρκής ενυδάτωση και η διατροφή ήταν καθοριστικοί παράγοντες για την ανάβαση και ότι το οξυγόνο και ο προστατευτικός ρουχισμός που είχαν χρησιμοποιηθεί σε προηγούμενες αποστολές δεν είχαν τον βέλτιστο σχεδιασμό. Ένα σημαντικό αποτέλεσμα της δουλειάς του ήταν μια προηγμένη συσκευή οξυγόνου που θα παρείχε μεγαλύτερης ροής οξυγόνο από ότι στο παρελθόν.(6). Η χρήση συμπληρωματικού οξυγόνου στα 4L/min ήταν καθοριστική στην αποστολή του 1953 οπότε και σημειώθηκε η πρώτη καταγεγραμμένη ανάβαση στο Έβερεστ από τους Edmund Hillary και Norgay Tenzing.(17)

Το 1960 πραγματοποιείται μια αγγλική αποστολή, ευρέως γνωστή ως “Silver Hut Expedition”, στα Ιμαλάια με στόχο τη μελέτη της φυσιολογίας του εγκλιματισμού σε ακραίο υψόμετρο για παρατεταμένο χρονικό διάστημα. Ταυτόχρονα γίνεται απόπειρα ανάβασης στην κορυφή Makalu, (8470 μ). Επικεφαλής της ορειβατικής ομάδας ήταν ο Edmund Hillary ενώ της επιστημονικής ο Griffith Pugh. Οι μελέτες διεξήχθησαν σε κατασκήνωση βάσης στην περιοχή του Έβερεστ στο Νεπάλ στα 4500 μ. και στο Silver Hut στον παγετώνα Mingbo σε υψόμετρο 5800μ. Μετρήσεις φυσιολογίας συνεχίστηκαν και στο Makalu, σε κατασκηνώσεις στα 6300 και 7440 μ. Η αποστολή παρέμεινε στην περιοχή για σχεδόν 9 μήνες ολοκληρώνοντας ένα φιλόδοξο ερευνητικό πρόγραμμα τα αποτελέσματα του οποίου δεν επαναλήφθηκαν για αρκετά χρόνια αλλά ούτε και καταρρίφθηκαν. (18)

Ανάμεσα στα μέλη της επιστημονικής ομάδας της “Silver Hut Expedition” ήταν και ο νεαρός τότε JB West ο οποίος είκοσι χρόνια αργότερα, το 1981, ηγήθηκε μιας αμερικάνικης ερευνητικής αποστολής στο Έβερεστ, γνωστής ως AMREE (American Medical Research Expedition to Everest) (19), με στόχο να συλλεχθούν πληροφορίες για την ανθρώπινη φυσιολογία σε όσο το δυνατό μεγαλύτερο υψόμετρο συμπεριλαμβανομένης και της κορυφής Έβερεστ. Για πρώτη φορά καταγράφηκε η βαρομετρική πίεση στο ψηλότερο βουνό του κόσμου και υπολογίστηκε στα 253mmHg και τριάντα τέσσερα δείγματα κυψελιδικού αέρα συλλέχθηκαν σε υψόμετρο πάνω από 8000μ, τέσσερα εκ των οποίων από την κορυφή (8848μ).

Από την ανάλυση των ευρημάτων προέκυψαν εξαιρετικά συμπεράσματα. Ο υπεραερισμός προκάλεσε τη μείωση της κυψελιδικής PCO₂ σε 7-8 mmHg αλλά διατήρησε την PO₂ στα 35 mmHg. Δείγματα αίματος αποκάλυψαν PH 7,7 καταδεικνύοντας αναπνευστική αλκάλωση. Παρά τη σοβαρή αρτηριακή υποξαιμία, το υψηλό pH, και την εξαιρετικά χαμηλή PCO₂, οι δυο ορειβάτες που προσέγγισαν την κορυφή ήταν σε θέση να εκτελέσουν απλές εργασίες. Η μέγιστη κατανάλωση οξυγόνου υπολογίστηκε μέσω ειδικών τύπων σε 1 L/min εξηγώντας πώς είναι εφικτή η προσέγγιση τέτοιων υψομέτρων χωρίς τη χρήση συμπληρωματικού οξυγόνου από μια ειδική κατηγορία εξαιρετικά προπονημένων ατόμων. (20)

Operation Everest II

Εν τω μεταξύ, το ορεινό περιβάλλον και η ανταπόκριση του ανθρώπου σε συνθήκες χαμηλής βαρομετρικής πίεσης εξακολουθεί να αποτελεί «πυροκέφαλο» για τις στρατιωτικές επιχειρήσεις που διεξάγονταν σε ορεινές περιοχές. Έτσι το 1985 πραγματοποιείται από το Ερευνητικό Ινστιτούτο Περιβαλλοντικής Ιατρικής του Αμερικάνικου Στρατού (USARIEM) στο Natick της Μασαχουσέτης το πρόγραμμα Operation Everest II με επικεφαλής τους C.S. Houston και J.R. Sutton.

Οκτώ υγιείς αθλητικοί άνδρες τοποθετήθηκαν σε θάλαμο αποσυμπίεσης και βρέθηκαν σταδιακά σε συνθήκες ατμοσφαιρικής πίεσης 8800 μέτρων. Πραγματοποιήθηκαν καρδιακοί καθετηριασμοί σε τρία «υψόμετρα» για να αξιολογηθεί η λειτουργία της καρδιάς σε ηρεμία, κατά τη διάρκεια και μετά την άσκηση. Χρησιμοποιώντας ειδικά μείγματα αερίων εκτιμήθηκε η πνευμονική λειτουργία και η διαχυτική ικανότητα κατά την «αύξηση» σε υψόμετρο. Ελήφθησαν επίσης βιοψίες μυών για μελέτη της δομής, των ενδοκυτταρικών προσαρμογών και του κυτταρικού μεταβολισμού. Πραγματοποιούνταν καθημερινή φυσική εξέταση, μελέτη αερίων αρτηριακού αίματος, ορμονών και ηλεκτρολυτών. Η θερμιδική πρόσληψη και απόδοση καθώς και ψυχομετρικές δοκιμασίες εκτιμήθηκαν περιστασιακά. Παρά την ελεύθερη επιλογή τροφής, η όρεξη, η θερμιδική πρόσληψη και το βάρος των ανδρών μειώθηκε όπως επίσης και η ικανότητα εργασίας σε μεγάλο υψόμετρο (21)

Η εξέλιξη της τεχνολογίας επέτρεψε τη συλλογή περισσότερων δεδομένων από ό, τι ήταν δυνατόν 40 χρόνια πριν. Μερικά από τα συμπεράσματα που προέκυψαν ήταν η αύξηση του πνευμονικού αερισμού κατά την ανάβαση και η μείωση της καρδιακής παροχής, με την καρδιά να λειτουργεί φυσιολογικά. Η πίεση στις πνευμονικές αρτηρίες αυξάνεται με την άνοδο σε υψόμετρο ειδικά με την άσκηση και δεν ανατρέπεται με τη χορήγηση οξυγόνου, καταδεικνύοντας μια αναδιαμόρφωση της πνευμονικής κυκλοφορίας. Αναλύσεις της πνευμονικής λειτουργίας παρουσίασαν στοιχεία σημαντικού διάμεσου πνευμονικού οιδήματος

αυξανόμενου με την αύξηση του υψομέτρου, υποδεικνύοντας ότι οι πνεύμονες και όχι η καρδιά ήταν ο περιοριστικός παράγοντας για το υψόμετρο (22).

Τα ευρήματα οπωσδήποτε διεύρυναν τα στοιχεία της Operation Everest του 1946. Ωστόσο θεωρήθηκε ότι ο ρυθμός ανόδου ήταν πολύ γρήγορος και δεν επιτεύχθηκε σωστός εγκλιματισμός όπως επίσης, ότι ήταν μια μελέτη «καθαρής» υποξίας, από όπου απουσίαζαν το κρύο, η αφυδάτωση και το βαρύ έργο που προκύπτουν στο ορεινό περιβάλλον. (22)

Συνάντηση ορόσημο των ερευνητών της Νόσου του Υψομέτρου

Τα συμπεράσματα δεκάδων χρόνων έρευνας τόσο στα εργαστήρια σε υψόμετρο όσο και στις επιστημονικές αποστολές παρουσιάστηκαν στο 7ο Διεθνές Συμπόσιο Υποξίας που πραγματοποιήθηκε τον Φεβρουάριο του 1991 στο Lake Louis του Καναδά. Εκεί συζητήθηκαν οι διαδικασίες προσαρμογής σε περιβάλλον υποξίας τόσο στα ζώα όσο και στον άνθρωπο και παρουσιάστηκαν συγκριτικές μελέτες φυσιολογίας. Οι εργασίες συλλέχθηκαν και εκδόθηκαν με τον τίτλο «Hypoxia and Mountain Medicine» και περιγράφουν τις σύγχρονες έννοιες της έλλειψης οξυγόνου σε πουλιά, έντομα, θηλαστικά, αστροναύτες, ορειβάτες και απλούς τουρίστες, μέσα από ένα μείγμα βασικής μοριακής βιολογίας, συγκριτικής φυσιολογίας και πρακτικής εφαρμογής αυτών των φυσιολογικών εννοιών στο βουνό. (23) Τέθηκε επίσης το θέμα θέσπισης κριτηρίων διάγνωσης για τη νόσο του υψομέτρου που είναι γνωστά ως «Ομοφωνία του Lake Louis» (Lake Louis Consensus) (24) (παράρτημα -πίνακας 2). Προτάθηκε η διάδοση μιας καρτέλας αξιολόγησης με την οποία ο καθένας που βρίσκεται σε περιβάλλον υποξίας να μπορεί να αυτοξιολογήσει τα συμπτώματά του αλλά και ο γιατρός της αποστολής να μπορεί να παρακολουθεί την εξέλιξη της νόσου και την ανταπόκριση στη θεραπεία. (Lake Louis Selftestament) (25), (26)

Σύμφωνα με τα έως τότε δεδομένα, οι αναμενόμενες μεταβολές στον ανθρώπινο οργανισμό κατά την άνοδο σε υψόμετρο οφείλονται στη χαμηλή βαρομετρική πίεση και αφορούν στον υπεραερισμό, δύσπνοια κατά την προσπάθεια, αυξημένη διούρηση, περιοδική αναπνοή και συχνές αφυπνίσεις. Όλα αυτά περιλαμβάνονται στη διαδικασία εγκλιματισμού του οργανισμού στο υψόμετρο, δηλαδή στην προσαρμογή του σώματος στη μειωμένη διαθεσιμότητα του οξυγόνου.

Κατά την ανάβαση το σώμα εγκλιματίζεται στην υποξία. Κάθε στιγμή υπάρχει ένα «ιδανικό» υψόμετρο όπου ο οργανισμός βρίσκεται σε ισορροπία. Αν το όριο αυτής της ζώνης ξεπεραστεί, ο οργανισμός δεν έχει αρκετό οξυγόνο και μπαίνει σε στρες. Η νόσος του υψομέτρου είναι ένας συλλογικός όρος για ένα σύμπλεγμα από οξεία κλινικά σύνδρομα που αποτελούν άμεση συνέπεια της ταχείας ανόδου σε μεγάλο υψόμετρο και εκδηλώνεται συνήθως πάνω από τα 2500 μ. Τα οξεία σύνδρομα που επηρεάζουν τον εγκέφαλο περιλαμβάνουν την Οξεία Νόσο του Βουνού και το Εγκεφαλικό Οίδημα Μεγάλου Υψομέτρου ενώ το Πνευμονικό Οίδημα Μεγάλου Υψομέτρου επηρεάζει τους πνεύμονες. Η κλινική τους εικόνα μπορεί να είναι από ήπια έως σοβαρή, δεν εκδηλώνονται σε όλους όσους βρίσκονται στο ίδιο υψόμετρο, δεν έχουν την ίδια ένταση σε όλους ενώ το ίδιο άτομο που θα αρρωστήσει μια φορά δεν είναι σίγουρο πως όταν ξαναβρεθεί στο ίδιο υψόμετρο θα εκδηλώσει παρόμοια συμπτωματολογία. Αυτό που είναι εντυπωσιακά κοινό είναι η άρνηση αποδοχής της νόσου.

Όσο αφορά στην Οξεία Νόσο του Βουνού (ONB), η συχνότητα εμφάνισης της ποικίλλει και εξαρτάται από την ταχύτητα ανόδου, το υψόμετρο που θα επιτευχθεί και την ατομική ευαισθησία. Η διάγνωση της είναι ουσιαστικά κλινική και βασίζεται σε συμπτώματα και σημεία (31). Τα πρώτα συμπτώματα εμφανίζονται 6-12 ώρες μετά από την άφιξη στο υψόμετρο και υποχωρούν σε 2-3 ημέρες παραμονής στο ίδιο υψόμετρο. Εκδηλώνεται με πονοκέφαλο, ανορεξία, ναυτία, έμετο, αϋπνία, κόπωση ή ζάλη. Σύμφωνα με τα κριτήρια του Lake Louis, για τη διάγνωση της απαιτείται η παρουσία κεφαλαλγίας, η οποία είναι σφύζουσα και επιδεινώνεται κατά τη διάρκεια της νύχτας και κατά την αφύπνιση, και τουλάχιστον ενός από τα άλλα συμπτώματα(32).

Αυτά τα συμπτώματα αρχικά έχουν εντυπωσιακή ομοιότητα με τον πονοκέφαλο από αλκοόλ. Επειδή τα συμπτώματα είναι μη ειδικά και ειδικά φυσικά σημεία επίσης λείπουν, η Οξεία Νόσος του Βουνού συγχέεται συχνά με άλλες καταστάσεις όπως αφυδάτωση, γριπώδη συνδρομή, πονοκέφαλο από αλκοόλ, εξάντληση, επίδραση φαρμάκου. Ωστόσο, μια δοκιμαστική εισπνοή οξυγόνου ή η κατάβαση σε χαμηλότερο υψόμετρο συμβάλλει στο διαχωρισμό της από άλλες συνθήκες.

Το Εγκεφαλικό Οίδημα Μεγάλου Υψομέτρου (EOMY) θεωρείται η συνέχεια της Οξείας Νόσου του Βουνού. Στην πλειοψηφία εκδηλώνεται σε άτομα με συμπτωματολογία ONB που συνέχισαν την ανάβαση σε μεγαλύτερο υψόμετρο πριν ανανήψουν. Αν αγνοηθεί ή δεν διαγνωσθεί εγκαίρως εξελίσσεται ταχύτατα και μπορεί να είναι θανατηφόρα μέσα σε λίγες ώρες έως μια ή δυο ημέρες. Εμφανίζεται επίσης στο 13% έως 20% των ατόμων με Πνευμονικό Οίδημα Μεγάλου Υψομέτρου ενώ στο 50% περίπου των ατόμων που πεθαίνουν από ΠΟΜΥ συνυπάρχει EOMY.(33)

Σημείο κλειδί στην αναγνώρισή του αποτελεί η έλλειψη συντονισμού ή αλλιώς αταξία. Σύμφωνα με τους ορισμούς του Lake Louis, στο πλαίσιο της πρόσφατης ανόδου, EOMY μπορεί να διαγνωστεί εάν σε άτομο με Οξεία Νόσο του Βουνού εμφανιστεί αταξία, ή εάν αταξία και αλλαγές της διανοητικής κατάστασης εμφανίζονται απουσία της ONB. Μεταβολές της διανοητικής κατάστασης περιλαμβάνουν σύγχυση, μειωμένη νοημοσύνη, υπνηλία, λήθαργο και κώμα. Παρατηρείται παραπαίων τρόπος βάδισης που μπορεί να διαπιστωθεί με τη δοκιμασία «παράλληλο βαδίσματος» και ο οποίος θυμίζει αλκοολική δηλητηρίαση. Η παλμική οξυμετρία σε ασθενή με EOMY αποκαλύπτει υπερβολική υποξαιμία.

Το Πνευμονικό Οίδημα Μεγάλου Υψομέτρου (ΠΟΜΥ) αποτελεί την πιο κοινή αιτία θανάτου σε μεγάλο υψόμετρο και εκδηλώνεται συνήθως εντός των πρώτων 2 έως 4 ημερών από την άνοδο σε υψηλότερα υψόμετρα, συνηθέστερα στο δεύτερο βράδυ. Αφορά στη πλειονότητα προηγουμένως υγιή άτομα που ανεβαίνουν ταχύτατα από την επιφάνεια της θάλασσας συνήθως σε υψόμετρο άνω των 3000μ και τα οποία μπορεί να μην έχουν υποστεί ξανά ΠΟΜΥ ακόμη και αν επανειλημμένα έχουν εκτεθεί σε μεγάλο υψόμετρο. Πρόκειται για μια μορφή μη καρδιογενούς οιδήματος το οποίο ξεκινά με ένα ήπιο μη παραγωγικό βήχα και δύσπνοια, τόσο σε κατάσταση ηρεμίας όσο και κατά την προσπάθεια και εξελίσσεται σε μια εξουθενωτικού βαθμού δύσπνοια, ακόμη και σε κατάσταση ηρεμίας και βήχα παραγωγικό με ροζ αφρώδη πτύελα.

Σύμφωνα με τη συνθήκη του Lake Louis, στο πλαίσιο της πρόσφατης ανόδου, οι ασθενείς με ΠΟΜΥ θα έχουν κάποιο συνδυασμό από τα ακόλουθα:

Τουλάχιστον δύο από τα ακόλουθα συμπτώματα:

- Δύσπνοια σε κατάσταση ηρεμίας
- Βήχα
- Αδυναμία ή μειωμένη απόδοση άσκηση

- Σφίξιμο στο στήθος ή συμφόρηση

Τουλάχιστον δύο από τα ακόλουθα σημεία:

- Τρίζοντες ή συριγμό σε τουλάχιστον ένα πνευμονικό πεδίο

- Κεντρική κυάνωση

- Ταχύπνοια

- Ταχυκαρδία.

Οι ασθενείς αδυνατούν να παραμείνουν σε οριζόντια θέση. Κατά την αναπνοή τους ακούγονται ρόγχοι και στο 30% των περιπτώσεων στο αναπνευστικό ψιθύρισμα σημειώνονται τρίζοντες αρχικά στο δεξιό ημιθωράκιο και στη συνέχεια και στο αριστερό. Η έναρξη της ΠΟΜΥ είναι συχνά τη νύχτα. Ο πυρετός είναι κοινός και μπορεί να διαγνωστεί λανθασμένα ως πνευμονία. Η παλμική οξυμετρία αποκαλύπτει αξιοσημείωτη υποξαιμία. Στην απεικόνιση του θώρακα παρατηρούνται ανομοιογενείς σκιάσεις χωρίς συγκεκριμένη κατανομή στον πνεύμονα οι οποίες όμως συχνά εντοπίζονται αρχικά στην περιοχή του δεξιού μέσου λοβού(34).

Operation Everest III

Το 1997 πραγματοποιείται ,το τελευταίο για τον αιώνα ,μεγάλο επιστημονικό πρόγραμμα Operation III ή COMEX '97 στη Γαλλία υπό τον Jean-Paul Richalet. Δεκαοκτώ πρωτόκολλα οργανώθηκαν από 14 ευρωπαϊκές ομάδες με σκοπό τη διερεύνηση των παραγόντων που περιορίζουν τη σωματική και ψυχολογική απόδοση και την παθοφυσιολογία της Οξείας Ασθένειας του Βουνού. Η διαδικασία του προγράμματος κινούνταν στο πνεύμα των δυο προηγούμενων προγραμμάτων του 1946 και του 1985 με τοποθέτηση υγιών ατόμων σε υποβαρικό θάλαμο ,σταδιακή προσομοίωση με την ατμοσφαιρική πίεση του Έβερεστ σε 31 ημέρες και καταγραφή αντιδράσεων από τα διάφορα συστήματα.

Η καρδιακή λειτουργία, ο έλεγχος του αερισμού, η αυτορύθμιση της εγκεφαλικής αιματικής ροής, το ενεργειακό ισοζύγιο και η σύνθεση του σώματος, η απόδοση των μυών, η ερυθροποίηση και οι γνωστικές λειτουργίες είναι οι κύριοι τομείς που μελετήθηκαν. Οι οχτώ εθελοντές αλпинιστές που έλαβαν μέρος στο πρόγραμμα, πριν την είσοδό τους στον υποβαρικό θάλαμο ,προ – εγκλιματίστηκαν στο Observatoire Vallot (4350 m). (27)

Η αυτορύθμιση της εγκεφαλικής αιματικής ροής σημείωσε ελάττωση στα 8000 μέτρα και κατά τη διάρκεια του προγράμματος τρεις από αυτούς παραπονέθηκαν για νευρολογικά συμπτώματα, τα οποία επιλύθηκαν γρήγορα με την επαναοξυγόνωση. (28). Η μέγιστη κατανάλωση οξυγόνου (VO₂ max) μειώθηκε κατά 59% στα 7000 μέτρα και η μείωση αυτή συσχετίστηκε με την αντίστοιχη ελάττωση του όγκου πλάσματος κατά την περίοδο του εγκλιματισμού (29).

Η μελέτη της καρδιακής λειτουργίας επιβεβαίωσε την αύξηση της πίεσης στην πνευμονική αρτηρία με τη διατήρηση της συσταλτικότητας της Αριστερής Κοιλίας (30) . Η συγκέντρωση της αιμοσφαιρίνης αυξήθηκε κατά 4 περίπου g/dl και ανακτήθηκε μετά από 4 ημέρες παραμονής στο επίπεδο της θάλασσας Το σωματικό τους βάρος μειώθηκε κατά 5,4 κιλά, με αρνητικό θερμιδικό ισοζύγιο. Μόνο τέσσερις ημέρες μετά την επιστροφή στο επίπεδο της

θάλασσας, επανέκτησαν 3,4 κιλά, δηλαδή 63% της συνολικής απώλειας.(28) Σημειώθηκε επίσης πώς η παρατεταμένη υποβαρική υποξία προκαλεί οξειδωτικό στρες το οποίο αυξάνεται με τη σωματική άσκηση.

ΑΠΟ ΤΟ ΕΒΕΡΕΣΤ ΣΤΟ ΚΡΕΒΑΤΙ ΤΟΥ ΑΣΘΕΝΗ

Τον 21ο αιώνα τα ερευνητικά προγράμματα για την ερμηνεία των παθολογικών καταστάσεων σε υψόμετρο συνεχίζονται τόσο από μεμονωμένες ομάδες επιστημόνων υψομέτρου όσο και από επίσημα επιστημονικά προγράμματα υπό πανεπιστημιακή αιγίδα. Στόχος δεν είναι πλέον μόνο η κατανόηση των αλλαγών που συντελούνται στον οργανισμό όταν βρίσκεται σε περιβάλλον υποξίας, αλλά η μεταφορά της γνώσης που αποκομίζεται στον νοσοκομειακό ασθενή.

Παρά τους πολύ διαφορετικούς λόγους εισαγωγής σε μια μονάδα εντατικής θεραπείας, όλοι έρχονται αντιμέτωποι με χαμηλά επίπεδα οξυγόνου, παρόμοια με τα επίπεδα οξυγόνου που παρατηρούνται στους αλπινιστές (47). Το γεγονός ότι στο ίδιο υψόμετρο και κάτω από τις ίδιες συνθήκες δεν αντιδρούν όλοι με τον ίδιο τρόπο, ανεξάρτητα με το πόσο καλά προετοιμασμένοι είναι, έβαλε τους ερευνητές υψομέτρου σε σκέψεις ότι αυτό συμβαίνει πιθανόν λόγω του διαφορετικού τρόπου με τον οποίο επεξεργάζονται τα κύτταρα του κάθε οργανισμού το οξυγόνο. Γεννήθηκε λοιπόν η προσδοκία να καθοριστούν πιθανές γονιδιακές διαφορές ανάμεσα σε αυτούς που προσαρμόζονται καλά και σε εκείνους που προσαρμόζονται ελάχιστα, να εξεταστούν θεραπείες που θα βοηθήσουν τους «φτωχούς» αποδέκτες οξυγόνου και όλα αυτά να μεταφερθούν στο κρεβάτι των εντατικών για να βελτιωθούν τα ποσοστά επιβίωσης των ασθενών.(37)

Όπως αναφέρθηκε νωρίτερα, στη Silver Hut Expedition το 1960 είχαν ως στόχο την κατανόηση των φυσιολογικών συνεπειών της παρατεταμένης έκθεσης σε περιβάλλοντος υποξίας (18). Η AMREE το 1981 πραγματοποίησε καταγραφή μετρήσεων φυσιολογίας σε ακραίο υψόμετρο(20) ενώ οι Operation Everest II και III (22)(23) παρείχαν λεπτομερείς επεμβατικές μετρήσεις φυσιολογίας σε υποβαρικό θάλαμο. Οι μελέτες αυτές έδωσαν μια σαφή περιγραφή της προσαρμογής του οργανισμού σε περιβάλλον παρατεταμένης σοβαρή υποξίας. Βασιζόμενοι στην παραδοχή ότι οι υγιείς άνθρωποι που εκτίθενται σε υποξία στο υψόμετρο παρέχουν ένα χρήσιμο μοντέλο για την κατανόηση των απαντήσεων σε υποξία βαρέως πασχόντων ασθενών στο επίπεδο της θάλασσας, διοργανώθηκε το 2007, από το Κέντρο Μελέτης Υψομέτρου, Διαστήματος και Ιατρικής Ακραίων Συνθηκών (Centre for Altitude, Space, and Extreme Environment Medicine) και από το Πανεπιστήμιο Σωματικής Υγείας και Απόδοσης του Λονδίνου (College London Institute of Human Health and Performance), η αποστολή Caudwell Xtreme Έβερεστ.

Η αποστολή έλαβε χώρα την άνοιξη του 2007, είχε διάρκεια 6 μήνες και στις υποδομές της περιελάμβανε πλήρως στελεχωμένα εργαστήρια στο Κατμαντού (1300μ), στο Namche Bazaar (3500μ), στο Pheriche (4250μ), στην κατασκήνωση βάσης του Έβερεστ (5300μ) στο West Cwmand (6400m) και στο South Col (7950μ). Εκατόν ενενήντα οχτώ ορειβάτες και εικοσιτέσσερις ερευνητές, οι οποίοι είχαν μελετηθεί αρχικά στο επίπεδο της θάλασσας, ξεκίνησαν το οδοιπορικό τους προς την κατασκήνωση βάσης του Έβερεστ ακολουθώντας το ίδιο προφίλ ανάβασης. Η ομάδα των ερευνητών και μια υποομάδα 14 ορειβατών παρέμειναν εκεί σε όλη τη διάρκεια της αποστολής με σκοπό τη συλλογή στοιχείων υψηλότερα στο Έβερεστ.(35)

Κεντρικός στόχος της αποστολής ήταν να περιγράψει ατομικές διαφορές στον φαινοτυπικό εγκλιματισμό και να εντοπίσει πιθανές γονοτυπο-φαινοτυπικές συσχετίσεις. Για να επιτευχθεί αυτό, απλές μετρήσεις φυσιολογικών μεταβλητών (καρδιακός ρυθμός, αρτηριακή πίεση, οξυμετρία) λαμβάνονταν από όλα τα άτομα (222 στον αριθμό) καθημερινά κατά τη διάρκεια της ανάβασης. Στα εργαστήρια λαμβάνονταν τιμές, κατά την ηρεμία και την άσκηση, για τα αέρια, τους σκελετικούς μύες και τον εγκέφαλο. Επίσης, ελήφθησαν δείγματα για δείκτες φλεγμονής, μεταβολίτες του NO και έγιναν νευρολογικές δοκιμές συμπεριλαμβανομένων μετρήσεις της κόρης, φωτογραφήσεις του αμφιβληστροειδή και νευροψυχομετρική αξιολόγηση.

Μετρήσεις της μέγιστης κατανάλωσης οξυγόνου, της διαμέτρου της μέσης εγκεφαλικής αρτηρίας, της μικροκυκλοφορίας και της ροής του αίματος έγιναν στο South Col (7950m) στην υποομάδα των 24 ερευνητών και 14 ορειβατών που παρέμειναν στο πεδίο. Τιμές αρτηριακών αερίων αίματος ελήφθησαν από 4 άτομα στα 8400 μ κατά την κάθοδο από την κορυφή του Έβερεστ.(36)

Τα πρώτα δεδομένα έδειξαν ότι η μέση περιεκτικότητα σε οξυγόνο διατηρήθηκε σε καλά εγκλιματισμένα άτομα στα 7100 μ σε τιμές επιπέδου της θάλασσας. Η μέτρηση αερίων αρτηριακού αίματος στα 8400 μ σε ορειβάτες που βρίσκονταν σε καθοδική πορεία από το Έβερεστ απέδειξαν μια μέση τιμή PaO₂ 24,6mmHg με μέση PaCO₂ 13,3mmHg, ενώ ανέπνεαν αέρα του περιβάλλοντος. Η χαμηλότερη PaO₂ που καταγράφηκε ήταν 19,1mmHg και ο ορειβάτης δεν εμφάνιζε κανένα πρόβλημα. Πρόκειται για τη χαμηλότερη αναφερόμενη τιμή σε έναν άνθρωπο. Η μέση τιμή κυψελιδο-αρτηριακής διαφοράς οξυγόνου ήταν απροσδόκητα υψηλότερη σε σχέση με τις τιμές που προέκυπταν στις μελέτες σε υποβαρικό θάλαμο υποδεικνύοντας ότι ο περιορισμός της πνευμονικής διάχυσης ήταν ασήμαντος σε κατάσταση ηρεμίας. Ως πιθανότερη αιτία προτάθηκε το υποκλινικό πνευμονικό οίδημα που προκύπτει από την παρατεταμένη άσκηση κατά τη διάρκεια της ανάβασης στην κορυφή που είχε προηγηθεί της αιμοληψίας.(35)

Σε αντίθεση με τις μέχρι τότε πεποιθήσεις ότι η διάμετρος της εγκεφαλικής αρτηρίας παρέμενε αμετάβλητη, μελέτες με τη χρήση διακρανιακού Doppler απέδειξαν ότι η εγκεφαλική υποξία συνδέεται με σημαντική αύξηση στη διάμετρο της μέσης εγκεφαλικής αρτηρίας η οποία μάλιστα αναστρέφεται με τη χορήγηση συμπληρωματικού οξυγόνου. Η αυξημένη διάμετρος είναι ο κύριος παράγοντας αύξησης της εγκεφαλικής αιματικής ροής για τη διατήρηση της παροχής οξυγόνου. Αυτό μπορεί να έχει επιπτώσεις στη παθολογία ONB και του EOMY και στον εγκλιματισμό. Τα ευρήματα επιβεβαιώθηκαν με διενέργεια μαγνητικής τομογραφίας και τα αποτελέσματα των δυο μεθόδων συσχετίστηκαν υποδεικνύοντας ότι μέσω υπερηχογραφήματος είναι εφικτές επανειλημμένες εκτιμήσεις της ροής αίματος της

εγκεφαλικής αρτηρίας στο δωμάτιο του νοσοκομείου ,στο ασθενοφόρο ή σε οποιοδήποτε πεδίο (43).

Από μελέτες των μυών διαπιστώθηκε ότι σε απάντηση στην υποξία του υψομέτρου ,η λειτουργία των σκελετικών μυών διατηρείται παρά τη σημαντική ατροφία(38).Τα μιτοχόνδρια φαίνεται ότι προστατεύονται αρχικά από το οξειδωτικό στρες αλλά μετά από παρατεταμένη έκθεση η βιογένεση των μιτοχονδρίων απενεργοποιείται, ίσως για να βελτιωθεί η αποτελεσματικότητα της παραγωγής ATP (39).Επίσης,μετρήσεις της μικροκυκλοφορίας έδειξαν μειωμένο δείκτη ροής αίματος και αυξημένο πάχος των αγγείων μετά από παρατεταμένη έκθεση σε υποξία ,ειδικά σε όσους εκτέθηκαν σε ακραία υψόμετρα.(41) . Η κατανόηση του πώς οι μύες των υγιών ατόμων ανταποκρίνονται σε χαμηλά επίπεδα οξυγόνου στο υψόμετρο πιθανόν να ρίξει νέο φως στον τρόπο με τον οποίο η λειτουργία των ιστών μπορεί να διατηρηθεί σε βαρέως πάσχοντες ασθενείς σε κατάσταση υποξίας, ενδεχομένως βοηθώντας την ανάρρωσή τους.

Μελετώντας δείκτες παραγωγής και δραστηριότητας του NO στο πλάσμα φάνηκε ότι φυσική αντίδραση του οργανισμού στην χαμηλή διαθεσιμότητα του οξυγόνου είναι να αυξήσει την παραγωγή του NO. Ταυτόχρονη μελέτη της κατανάλωσης του οξυγόνου και της μικροκυκλοφορίας υποδεικνύει πως το NO αποτελεί αναπόσπαστο μέρος της φυσιολογίας του ανθρώπου στην απάντηση σε περιβάλλον υποξίας. Μάλιστα τα άτομα που είχαν εμπειρία στο υψόμετρο είχαν γρηγορότερη και μεγαλύτερη απάντηση. Οι ερευνητές ευελπιστούν ότι η διαπίστωση αυτή μπορεί να σημάνει μια αλλαγή στην επείγουσα θεραπεία και την εντατική φροντίδα. Προτείνουν ότι πιθανόν να υπάρχει ένας εναλλακτικός τρόπος άμβλυνσης των συνεπειών των χαμηλών επιπέδων οξυγόνου, δημιουργώντας μια ανοχή στα επίπεδα αυτά μέσω θεραπειών που θα ενισχύουν την παραγωγή NO .(42)

Οι μελέτες έδειξαν επίσης ότι η υποβαρική υποξία συνδέεται με συνεχείς αλλά αναστρέψιμες μεταβολές της καρδιακής μάζας, της διαστολικής λειτουργίας, και του ενεργειακού μεταβολισμού σε υγιή άτομα μέσα σε λίγες ημέρες από την επιστροφή από την κατασκήνωση βάσης του Εβερεστ. Οι μεταβολές αυτές είναι παρόμοιες με των καρδιο-αναπνευστικών ασθενών που ζουν σε χρόνια υποξία. Η μείωση της αναλογίας φωσφορικής κινάσης /τριφωσφορική αδενοσίνη (PCR / ATP), που χρησιμοποιήθηκε ως δείκτης καρδιακού μεταβολισμού , μπορεί να είναι μια καθολική απάντηση σε περιόδους χαμηλής διαθεσιμότητας του οξυγόνου και πιθανόν υποκρύπτει διαστολική δυσλειτουργία που παρατηρείται μετά από έκθεση σε μεγάλο υψόμετρο .Περαιτέρω έρευνες ωστόσο απαιτούνται για να διαπιστωθεί αν η υποξία παίζει ένα περιστασιακό ρόλο στη διαταραχή της καρδιακής λειτουργίας στην καρδιακή ανεπάρκεια και σε άλλες καρδιακές παθήσεις. (44,45)

Από τις μεγαλύτερες προσδοκίες της αποστολής ήταν και ο προσδιορισμός γονιδιακών πολυμορφισμών που πιθανόν σχετίζονται με καλή σωματική ανταπόκριση σε περιβάλλον υποξίας, με σκοπό να κατανοηθεί γιατί ορισμένοι ασθενείς επιβιώνουν με πολύ χαμηλή παροχή οξυγόνου στα κύτταρά τους και άλλοι όχι. Το πρώτο γονίδιο που συνδέθηκε με την φυσική κατάσταση ήταν αυτό του μετατρεπτικού ενζύμου της αγγειοτενσίνης (MEA) το οποίο είχε ανακαλύψει ο Hugh Montgomery το 1986 .Μάλιστα περισσότερο το I- παρά το D- αλληλίο σχετίστηκε με τη μικρότερη κυκλοφορία και δραστηριότητα του MEA στους ιστούς και με την καλύτερη απόδοση των αθλητών. Όπως φάνηκε από τις μελέτες, ο γονότυπος εκείνων που είχαν ανέβει με επιτυχία σε ακραία υψόμετρα είχε μια σχετική υπερεκπροσώπηση στο I- αλληλίο χωρίς όμως να σημειώνονται διαφορές στο γονότυπο αυτών που χρησιμοποίησαν συμπληρωματικό οξυγόνο ή όχι. (40) Το ίδιο γονίδιο μπορεί να συμμετέχει στην επιβίωση σε πολύ χαμηλά επίπεδα οξυγόνου βαρέως πασχόντων.

Προκλήσεις

Από το 2007 έως σήμερα έχουν γραφτεί δεκάδες επιστημονικά άρθρα με υποθέσεις και συμπεράσματα που προκύπτουν από τη συνεχή ανάλυση και συσχέτιση των δεδομένων που συλλέχθηκαν στην Caldwell Xtreme Everest 2007. Πρόσθετα ερωτήματα έχουν προκύψει και η ομάδα των ερευνητών ευελπιστεί να προχωρήσει ένα βήμα πιο κοντά στην ανάπτυξη θεραπειών για βαρέως πάσχοντες ασθενείς στο επίπεδο της θάλασσας. Οι ερευνητές επιστρέφουν στο Έβερεστ το Μάρτιο του 2013 με μεγάλο αριθμό εθελοντών για μια αποστολή 23 ημερών, την αποστολή Caldwell Xtreme Everest II.

Ένα από τα θέματα που θα τους απασχολήσουν είναι η μελέτη των ιθαγενών των Ιμαλαίων, των Σέρπα, οι οποίοι πιθανόν εξαιτίας διαφορών στη φυσιολογία τους παρουσιάζουν πλεονεκτήματα στην προσαρμογή τους στο υψόμετρο συγκριτικά με άτομα στα πεδινά. Φυσικά η ικανότητά τους αυτή οφείλεται στα γονίδια που έχουν κληρονομήσει, ωστόσο ο ακριβής μηχανισμός με τον οποίο προσαρμόζονται είναι ασαφής. Οι ερευνητές ευελπιστούν, ξετυλίγοντας το μυστικό τους, να καταφέρουν να αναπαράγουν την υψηλή ικανότητά προσαρμογής τους σε βαρέως πάσχοντες ασθενείς. Επιπλέον, μέσω μελέτης μονοζυγωτικών διδύμων ευελπιστούν να κατανοήσουν τον βαθμό που επηρεάζει η φύση και η ανατροφή τον εγκλιματισμό ανθρώπων που μοιράζονται τα ίδια γονίδια και πιθανόν θα αναζητηθούν μέθοδοι που δυνατόν να προωθούν τεχνητά την προσαρμογή και τη μείωση βλάβης.

Οι προσδοκίες των ερευνητών ωστόσο επεκτείνονται και πέρα των έως σήμερα πεδίων έρευνας. Μια μεγάλη ομάδα παιδιών θα ακολουθήσει τη διαδρομή των Hilary και Tenzing σε ένα εργαστήριο ειδικά σχεδιασμένο για αυτούς και μέσω δοκιμών που θα υποβληθούν θα γίνει σύγκριση των αντιδράσεών τους με αυτές των ενηλίκων. Στόχο αποτελεί η δημιουργία μιας ολοκληρωμένης μελέτης της φυσιολογίας των παιδιών σε μεγάλο υψόμετρο και αποτελεί τη συνέχεια μιας μικρής πιλοτικής μελέτης που είχε γίνει το 2007 με μετρήσεις για πρώτη φορά σε μεγάλο υψόμετρο ενός μικρού αριθμού παιδιών.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η υποξαιμία λόγω ανεπάρκειας κάποιου οργάνου είναι κοινή αιτία εισαγωγής ασθενών στη μονάδα εντατικής θεραπείας. Μπορεί ωστόσο να είναι και αποτέλεσμα εισπνοής αέρα με χαμηλή περιεκτικότητα σε οξυγόνο όπως συμβαίνει σε μεγάλο υψόμετρο. Ανεξαρτήτως αιτιολογίας, αποτέλεσμα είναι η ιστική υποξία και η προσπάθεια του οργανισμού να αντιροπώσει με μηχανισμούς που είναι ελάχιστα κατανοητοί. Η διερεύνηση των μηχανισμών αυτών στο πλαίσιο της κρίσιμης κατάστασης είναι δύσκολη καθώς οι βαρέως πάσχοντες αποτελούν μια ετερογενή ομάδα ασθενών όσο αφορά τα ανθρωπομετρικά τους χαρακτηριστικά και την παθολογία για την οποία εισήλθαν σε υποξία. Από την άλλη, πολλές παθοφυσιολογικές διαδικασίες συμβαίνουν ταυτόχρονα με αποτέλεσμα να μην είναι εφικτό να διακριθεί πάντα αν η υποξία είναι η αιτία ή το αποτέλεσμα της κατάστασης. Επειδή όμως οι διαδικασίες προσαρμογής στην υποξία φαίνεται πως είναι κοινές ανεξαρτήτως της αιτίας που την προκάλεσε, η μελέτη υγιών ατόμων που εκτίθενται προοδευτικά σε αυτή μέσω της ανόδου σε μεγάλο υψόμετρο μπορεί να προσφέρει σημαντικές πληροφορίες για τη φύση των

διαδικασιών προσαρμογής σε βαρέως πάσχοντες. Στα επόμενα χρόνια πολλοί ορειβάτες μεγάλου υψομέτρου θα αποτελέσουν μια ηθική εναλλακτική λύση πειραματισμού σε υποξαιμικούς ασθενείς και πιθανόν ο «φτωχός» σε οξυγόνο αέρας που εισπνέουν στις κορυφές των βουνών να δώσει «ανάσα ζωής» σε συνανθρώπους τους που ανεβαίνουν το δικό τους «βουνό» σε μια μονάδα εντατικής θεραπείας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Κάθε χρόνο εκατομμύρια άνθρωποι ταξιδεύουν σε μεγάλο υψόμετρο καθώς επισκέπτονται περιοχές αναψυχής στα Ιμαλάια, τις Άλπεις, τα Βραχώδη Όρη, τις Άνδεις... Επιπλέον, χιλιάδες άνθρωποι που αγαπούν την περιπέτεια αναρριχούνται στις κορυφές του κόσμου δοκιμάζοντας τα όρια της ανθρώπινης αντοχής. Καθώς ελαττώνεται η βαρομετρική πίεση, η πίεση του O₂ ελαττώνεται ανάλογα, μένοντας συνεχώς λίγο πιο κάτω από 21% της βαρομετρικής πίεσης. Στην κορυφή του βουνού Everest, σε ένα υψόμετρο 8848 μέτρων, η ατμοσφαιρική πίεση μειώνεται από 760 mm Hg που είναι στο επίπεδο της θάλασσας σε 253 mm Hg ενώ η αρτηριακή P_{O2} από 95 mm Hg σε 35 mm Hg. Εάν ένας υγιής άνθρωπος εκτεθεί σε αυτές τις συνθήκες άμεσα, γρήγορα θα χάσει τις αισθήσεις του και κατά πάσα πιθανότητα θα υποστεί σοβαρή υποξική εγκεφαλική βλάβη. Το γεγονός ότι οι άνθρωποι μπορούν, με κατάλληλη προετοιμασία να επιβιώνουν και να λειτουργούν σε αυτά τα ακραία ύψη έχει συναρπάσει τους επιστήμονες για αρκετούς αιώνες. Οι συνεχείς προκλήσεις που δημιουργούνταν από τη μελέτη της κίνησης σε ορεινό πεδίο οδήγησε στην ανάπτυξη τα τελευταία χρόνια ενός ιδιαίτερου κλάδου της ιατρικής, της Ιατρικής Υψομέτρου, με στόχο την κατανόηση, την πρόληψη και την αντιμετώπιση μιας κατάστασης που είναι γνωστή ως Νόσος του Υψομέτρου.

Τα τελευταία χρόνια, το πεδίο εφαρμογής της έρευνας σε μεγάλο υψόμετρο έχει διευρυνθεί σημαντικά. Η ιατρική υψομέτρου αποτελεί πλέον ένα «φυσικό εργαστήριο έρευνας» για τη μελέτη της καρδιαγγειακής φυσιολογίας και παθοφυσιολογίας. Η γνώση από αυτές τις μελέτες έχει ήδη μεταφερθεί στο κρεβάτι των ασθενών που έχουν προβλήματα υποξίας σε χαμηλό υψόμετρο, όχι βέβαια λόγω έλλειψης οξυγόνου αλλά ως αποτέλεσμα υποξαιμίας λόγω ανεπάρκειας κάποιου οργάνου, συνήθως της καρδιάς ή των πνευμόνων. Στα επόμενα χρόνια πολλοί ορειβάτες μεγάλου υψομέτρου θα αποτελέσουν μια ηθική εναλλακτική λύση πειραματισμού σε υποξαιμικούς ασθενείς και πιθανόν ο «φτωχός» σε οξυγόνο αέρας που εισπνέουν στις κορυφές των βουνών να δώσει «ανάσα ζωής» σε συνανθρώπους τους που ανεβαίνουν το δικό τους «βουνό» σε μια μονάδα εντατικής θεραπείας.

ABSTRACT

Every year millions of people travel to high altitude and visiting recreational areas in the Himalayas, the Alps, the Rockies, the Andes ... Moreover, thousands of people who love adventure climb to the tops of the world testing the limits of human endurance. As barometric pressure decreases, the pressure of O₂ is reduced accordingly, constantly staying slightly below 21% of barometric pressure. At the top of Mount Everest, at an altitude of 8848 meters, the atmospheric pressure decreases from 760 mm Hg at sea level to 253 mm Hg and arterial P_{O₂} from 95 mm Hg to 35 mm Hg. If a healthy person is exposed to these conditions directly, will quickly lose consciousness and will probably suffer severe hypoxic brain damage. The fact that people can, with proper preparation, to survive and operate in these extreme heights has fascinated scientists for centuries. Ongoing challenges created by the study of motion in

a mountainous area led to the development in recent years of Altitude Medicine for understanding, preventing and treating a condition known as altitude illness.

In recent years, the scope of research into high altitude has widened considerably. The altitude medicine has become a "natural research laboratory" for the study of cardiovascular physiology and pathophysiology. Knowledge of these studies have already been in the bed of patients who have problems hypoxia at low altitude, certainly not because of lack of oxygen, but as a result of hypoxia due to failure of some organ, usually the heart or lungs. In the following years many high altitude climbers will be an ethical alternative experimentation in hypoxemic patients and possibly the "poor" to inhale oxygen air on mountain tops to give a "breath of life" to their fellow humans who climb their own "mountain" in an intensive care unit.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. <http://www.ismmed.org/> International Society of Mountain Medicine
2. Gilbert DL. The first documented report of mountain sickness: the China or Headache Mountain story. *Respir Physiol* 1983 Jun;52(3):315-26
3. Gilbert DL. The first documented description of mountain sickness: the Andean or Pariacaca story. *Respir Physiol*. 1983 Jun;52(3):327-47
4. Charles S. Houston MD. Selected Military Operations in Mountain Environments: Some Medical Aspects. *Medical Aspects of Harsh Environments Volume 2*
5. West JB. Robert Boyle's landmark book of 1660 with the first experiments on rarified air. *J Appl Physiol* 2005;98:31–9.
6. West JB, Schoene RB, Milledge JS. *High Altitude Medicine and Physiology*. 4th ed. London: Arnold; 2007
7. Dejours P, Dejours S. The effects of barometric pressure according to Paul Bert: the question today. *Int J Sports Med*. 1992 Oct;13 Suppl 1:S1-5.
8. Richalet JP. The scientific observatories on Mont Blanc. *High Alt Med Biol*. 2001 Spring;2(1):57-68

9. Anthony R. Dowell, MD; C. Edward Buckley, III, MD; Robert Cohen, MD; Robert E. Whalen, MD; Herbert O. Sieker, MD. Cheyne-Stokes Respiration. A Review of Clinical Manifestations and Critique of Physiological Mechanisms. *Arch Intern Med.* 1971;127(4):712-726. doi:10.1001/archinte.1971.00310160190015).
10. Michael P. Ward, James S. Milledge, John B. West : High Altitude Medicine and Physiology, 3rd Edition
11. Gordon Douglas, J. S. Haldane, Yandell Henderson, Edward C. Schneider, Gerald B. Webb and J. Richards. "Physiological Observations Made on Pike's Peak, Colorado, with Special Reference to Adaptation to Low Barometric Pressures". doi: 10.1098/rstb.1913.0006 *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B* 1913 203, 185-318.
12. J B West, H. Ravenhill and his contributions to mountain sickness. Department of Medicine, University of California, San Diego, La Jolla 92093-0623, USA. *J Appl Physiol.* 1996 Mar ;80 (3):715-24 8964727 Cit:3
13. J B West. Alexander M. Kellas and the physiological challenge of Mt. Everest. *J Appl Physiol.* 1987 Jul ;63 (1):3-11 3305469 Cit:8
14. Hauge A. Dr. Alexander Kellas and the first Mount Everest expedition. 1997 Mar 20;117(8):1120-7.
15. Peter Hackett, MD; Drummond Rennie, MD. High-Altitude Pulmonary Edema. *JAMA.* 2002;287(17):2275-2278
16. The Register of L. G. C. E. Pugh Papers 1940 – 1986 MSS 0491, Mandeville Special Collections Library Geisel Library University of California, San Diego
17. Mount Everest: the historic ascent of 1953, www.britannica.com/...Everest/230919/The-historic-ascent-of-1953
18. James S Milledge, The silver hut expedition, 1960-1961, *High Alt Med Biol.* 2010 ;11 (2):93-101 20586593
19. John B West . Adventures in high-altitude physiology. *Adv Exp Med Biol.* 2006 ;588 :7-16 17089875 Cit:2)
20. West, John B. American medical research expedition to Everest. *High Alt. Med. Biol.* 11:103-110, 2010.- ., *J Appl Physiol.* 1983 Sep ;55 (3):678-87 6415007 Cit:43 Pulmonary gas exchange on the summit of Mount Everest. J B West, P H Hackett, K H Maret, J S Milledge, R M Peters Jr, C J Pizzo, R M Winslow
21. J T Reeves, C S Houston, and J R Sutton . Operation Everest II: resistance and susceptibility to chronic hypoxia in man. *J R Soc Med.* 1989 September; 82(9): 513-514. PMID: PMC1292291.
22. C S Houston, J R Sutton, A Cymerman, J T Reeves. Operation Everest II: man at extreme altitude. US Army Research Institute for Environmental Medicine, Natick, Massachusetts 01760. *J Appl Physiol.* 1987 Aug ;63 (2):877-82 3654448 Cit:39
23. Geoffrey Coates (Author), John R. Sutton (Author), Charles S. Houston Hypoxia and Mountain Medicine . International Hypoxia Symposium 1991 Lake Louise .

- 24 . Sutton JR, Coates G, Houston CS (eds). "The Lake Louise Consensus on the Definition and Quantification of Altitude Illness" in Hypoxia and Mountain Medicine. Queen City Printers, Burlington, Vermont, 1992
25. http://www.ismmed.org/tl_files/infocenter/AMS_Worksheet.pdf
26. <http://www.high-altitude-medicine.com/AMS-worksheet.html>
27. Richalet, Jean-Paul. Operation Everest III: COMEX '97. High Alt. Med. Biology 11 121-132, 2010.
28. J P Richalet, P Robach, S Jarrot, J C Schneider, N P Mason, E Cauchy, J P Herry, A Bienvenu, B Gardette, C Gortan. Operation Everest III (COMEX '97). Effects of prolonged and progressive hypoxia on humans during a simulated ascent to 8,848 M in a hypobaric chamber. Adv Exp Med Biol. 1999 ;474 :297-317 10635009 Cit:15
29. J P Robach, M Déchaux, S Jarrot, J Vaysse, J C Schneider, N P Mason, J P Herry, B Gardette, J P Richalet . Operation Everest III: role of plasma volume expansion on VO₂(max) during prolonged high-altitude exposure. Appl Physiol. 2000 Jul ;89 (1):29-37 10904032 Cit:15
30. A Boussuges, F Molenat, H Burnet, E Cauchy, B Gardette, J M Sainty, Y Jammes, J P Richalet
- Operation Everest III (Comex '97): modifications of cardiac function secondary to altitude-induced hypoxia. An echocardiographic and Doppler study. Am J Respir Crit Care Med. 2000 Jan ;161 (1):264-70 10619830 Cit:27
31. Hackett PH, Roach RC. High altitude illness. New Eng J Med 2001;345:107-114)
32. Roach C, Batsch P, Hackett PH, Oelz O. The Lake Louise acute mountainsickness scoring system. In: Sutton JR, Houston CS, Coates G, eds. Hypoxia and Molecular Medicine: Proceedings of the 8th International Hypoxia Symposium. Burlington, VT: Queen city Printers; 1993:272-274
33. Paralikar SJ, Paralikar JH. High-altitude medicine. Indian J Occup Environ Med. 2010 Jan;14(1):6-12. Source Department of Physiology, Medical College, Baroda, India.]
34. Schoene RB Chest. Illnesses at high altitude 2008 Aug;134(2):402-16..
35. Michael P. W. Grocott, Daniel S. Martin, Mark H. Wilson, Kay Mitchell, Sundeep Dhillon, Monty G. Mythen, Hugh E. Montgomery, Denny Z.H. Levett, and Caudwell Xtreme Everest Research Group. Caudwell Xtreme Everest Expedition. HIGH ALTITUDE MEDICINE & BIOLOGY Volume 11, Number 2, 2010 Mary Ann Liebert, Inc. DOI: 10.1089/ham.2009.1093
36. Levett DZH, Martin DS, Wilson MH, Mitchell K, Dhillon S, Rigat F, Montgomery HE, Mythen MG, Grocott MPW; for the Caudwell Xtreme Everest Research Group. Design and conduct of Caudwell Xtreme Everest: an observational cohort study of variation in human adaptation to progressive environmental hypoxia. BMC Medical Research Methodology 2010 Oct 21;10(1):98.
37. Grocott M, Montgomery H. High Alt Med Biol. 2008 Summer;9(2):123-9. Genetophysiology: using genetic strategies to explore hypoxic adaptation.
38. Lindsay M Edwards, Andrew J Murray, Damian J Tyler, Graham J Kemp, Cameron J Holloway, Peter A Robbins, Stefan Neubauer, Denny Levett, Hugh E Montgomery, Mike P

Grocott, Kieran Clarke . The Effect of High-Altitude on Human Skeletal Muscle Energetics: P-MRS Results from the Caudwell Xtreme Everest Expedition PLoS One. 2010 ;5 (5):e10681 20502713 .Department of Physiology, Anatomy and Genetics, University of Oxford, Oxford, Oxfordshire, United Kingdom.

39. Denny Z Levett, Elizabeth J Radford, David A Menassa, E Franziska Graber, Andrea J Morash, Hans Hoppeler, Kieran Clarke, Daniel S Martin, Anne C Ferguson-Smith, Hugh E Montgomery, Michael P W Grocott, Andrew J Murray. Acclimatization of skeletal muscle mitochondria to high-altitude hypoxia during an ascent of Everest .FASEB J. 2012 Apr ;26 (4):1431-41 22186874 .

40. Julian Thompson, James Raitt, Lynn Hutchings, Fotios Drenos, Eirik Bjargo, Are Loset, Mike Grocott, Hugh Montgomery .Angiotensin-converting enzyme genotype and successful ascent to extreme high altitude.High Alt Med Biol. 2007 ;8 (4):278-85 18081503 Cit:9

41. Martin DS, Goedhart P, Vercueil A, Ince C, Levett DZ, Grocott MP; Caudwell Xtreme Everest Research Group .Changes in sublingual microcirculatory flow index and vessel density on ascent to altitude. Exp Physiol. 2010 Aug;95(8):880-91. Epub 2010 Apr 23

42. Denny Z. Levett, Bernadette O. Fernandez, Heather L. Riley, Daniel S. Martin, Kay Mitchell, Carl A. Leckstrom, Can Ince, Brian J. Whipp, Monty G. Mythen, Hugh E. Montgomery, Mike P. Grocott, Martin Feelisch & for the Caudwell Extreme Everest Research Group. The role of nitrogen oxides in human adaptation to hypoxia.

43. Wilson MH, Edsell ME, Davagnanam I, Hirani SP, Martin DS, Levett DZ, Thornton JS, Golay X, Strycharczuk L, Newman SP, Montgomery HE, Grocott MP, Imray CH; Caudwell Xtreme Everest Research Group. Cerebral artery dilatation maintains cerebral oxygenation at extreme altitude and in acute hypoxia--an ultrasound and MRI study .Blood Flow Metab. 2011 Oct;31(10):2019-29. doi: 10.1038/jcbfm.2011.81. Epub 2011 Jun 8..

44. Holloway CJ, Montgomery HE, Murray AJ, Cochlin LE, Codreanu I, Hopwood N, Johnson AW, Rider OJ, Levett DZ, Tyler DJ, Francis JM, Neubauer S, Grocott MP, Clarke K; Caudwell Xtreme Everest Research Group. Cardiac response to hypobaric hypoxia: persistent changes in cardiac mass, function, and energy metabolism after a trek to Mt. Everest Base Camp.FASEB J. 2011 Feb;25(2):792-6. Epub 2010 Oct 26..

45. Cameron J. Holloway,1, Hugh E. Montgomery, Andrew J. Murray,2, Lowri E. Cochlin, Ion Codreanu, Naomi Hopwood, Andrew W. Johnson, Oliver J. Rider†, Denny Z. H. Levett, Damian J. Tyler, Jane M. Francis, Stefan Neubauer, Michael P. W. Grocott, Kieran Clarke and for the Caudwell Xtreme Everest Research Group. Cardiac response to hypobaric hypoxia: persistent changes in cardiac mass, function, and energy metabolism after a trek to Mt. Everest Base Camp . February 2011 The FASEB Journal vol. 25 no. 2 792-796

46. Paralikar SJ, Paralikar JH. High-altitude medicine. Indian J Occup Environ Med. 2010 Jan;14(1):6-12.

47. Michael Grocott, 1 Hugh Montgomery,1 and Andre Vercueil. High-altitude physiology and pathophysiology: implications and relevance for intensive care medicine. Crit Care. 2007; 11(1): 203. Published online 2007 February 1. doi: 10.1186/cc5142PMCID: PMC2151873

48. Clarke C. Acute mountain sickness: medical problems associated with acute and subacute exposure to hypobaric hypoxia. Postgrad Med J. 2006 Nov;82(973):748-53.

49. http://www.altitude.org/altitude_sickness.php

50.<http://www.basecampmd.com/expguide/highalt.shtml>

51.Thomas H. Hornbein,Robert B. Schoene.High Altitude.An exploration of Human Adaptation.Lung

Biology in Health and Disease,vol 161

52.<http://www.altitudemedicine.org/>

53. Wagner PD. Operation Everest II.High Alt Med Biol. 2010 Summer;11(2):111-9.

54.Sarnquist FH . Physicians on Mount Everest. A clinical account of the 1981 American Medical Research Expedition to Everest.West J Med. 1983 Oct;139(4):480-5.

55.<http://www.theuiaa.org/>

56.N. P. Mason. The physiology of high altitude: an introduction to the cardio-respiratory changes occurring on ascent to altitude. Current Anaesthesia and Critical Care (2000) 11, 34–41

57.<http://www.high-altitude-medicine.com/>

58.http://www.case-medicine.co.uk/news_detail.php?article=59

59.<http://www.xtreme-everest.co.uk/>

60.Robert B. Schoene, MD. Illnesses at High Altitude. CHEST.2008;134(2):402-416.
doi:10.1378/chest.07-0561

61.Lake Louise Consensus Scoring System for Acute Mountain Sickness (AMS) in Adults. Self assessment required, other parts optional.<http://www.thealtitudeexperience.com/tae-lakelouise-adult.pdf>

62.MEDICAL ASPECTS OF HARSH ENVIRONMENTS Volume 2. Published by the Office of The Surgeon GeneralDepartment of the Army, United States of America.
<http://www.scribd.com/doc/60130706/Army-Medical-Aspects-of-Harsh-Environments-V2>

63.The Register of L. G. C. E. Pugh Papers 1940 – 1986.MSS 0491 Mandeville Special Collections Library Geisel Library University of California, San Diego.
<http://libraries.ucsd.edu/speccoll/testing/html/mss0491a.html>

64.John B. West.Barometric pressures on Mt. Everest: new data and physiological significance. Journal of Applied Physiology March 1, 1999 vol. 86 no. 3 1062-1066

65.Thomas F Catron, Frank L Powell and John B West .A strategy for determining arterial blood gases on the summit of Mt. Everest. BMC Physiology 2006, 6:3 doi:10.1186/1472-6793-6-3

66.Michael P.W. Grocott, M.B., B.S., Daniel S. Martin, M.B., Ch.B.,Denny Z.H. Levett, B.M., B.Ch., Roger McMorrow, M.B., B.Ch.,Jeremy Windsor, M.B., Ch.B., and Hugh E. Montgomery, M.B., B.S., M.D.,for the Caudwell Xtreme Everest Research Group.Arterial Blood Gases and Oxygen Content in Climbers on Mount Everest. N Engl J Med 2009;360:140-9.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Εργαστήρια έρευνας σε μεγάλα υψόμετρα (πίνακας 1)

Jungfrauoch, Switzerland (3476 μ)

Schneefernerhaus, Zugspitze ,Germany (2650 m)

White Mountain Research Station, USA (4342 μ)

The Institute for Altitude Medicine in Telluride, Colorado

Cesar Tejos ,Chile (6100 m)

Laboratorio Fisica cosmica Chacaltaya, Bolovia (5203 m)

Ev-K2-CNR Lobuche ,Nepal (5050 m)

Ticlio Pass, Peru (4700 m)

Capanna Regina Margherita, Monte Rossa, Italy (4350m)

Institute of Anden Biology, Morococho, Peru (4550 m)

Institute de Biological Mina, Aquilar de la Alturd, Argentina (4503 m)

Observatorie Vallot, Mont Blanc, France(4559 m)

Mountain Evans,Colorado,USA (4350m)

Cerro de Pasco,Peru (4331m)

Pikes Peak,Colorado ,USA (4300m)

Mauna Kea,Hawai,Usa (4209m)

La Oroya,Peru (3730m)

Institutie Boliviana de la Altura,La Par,Bolivia (3500m)

Pic du Midi, France (ezomp.omp.obs-mip.fr)

Monte Cimone, Italy (www.isac.cnr.it)

Stations at High Altitude for Research on the Environment

(πίνακας 2)

Ορισμός της Νόσου του Υψομέτρου σύμφωνα με τη συνθήκη του Lake Louis

Οξεία Νόσος του Βουνού (ONB)

- 1) πρόσφατη αύξηση σε υψόμετρο
- 2) πονοκέφαλος και τουλάχιστον ένα από τα ακόλουθα συμπτώματα :
 - ανορεξία, ναυτία ή έμετος
 - κόπωση ή αδυναμία
 - ζάλη ή καρηβαρία
 - δυσκολία στον ύπνο

Εγκεφαλικό Οίδημα Μεγάλου Υψομέτρου (EOMY)

- 1) πρόσφατη αύξηση σε υψόμετρο και
 - αλλαγή στη νοητική κατάσταση και / ή αταξία σε ένα άτομο με ONBή
 - αλλαγή στην νοητική κατάσταση και αταξία σε ένα άτομο χωρίς ONB

Πνευμονικό Οίδημα μεγάλου Υψομέτρου (ΠΟΜΥ)

- 1) πρόσφατη αύξηση σε υψόμετρο και τουλάχιστον 2 από τα παρακάτω
- δύσπνοια κατά την ηρεμία
 - βήχας
 - αδυναμία ή μειωμένη απόδοση άσκηση
 - σφίξιμο στο στήθος ή συμφόρηση
 - παράσιτα ή συριγμό σε τουλάχιστον ένα πεδίο πνεύμονα
 - κεντρική κυάνωση
 - ταχύπνοια
 - ταχυκαρδία

ΚΑΡΤΕΛΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΟΞΕΙΑΣ ΝΟΣΟΥ ΒΟΥΝΟΥ (Πίνακας 3)

Όνομα _____ Ηλικία ____ Φύλο ____ Ημερομηνία _____

Ιστορικό προηγούμενου ONB/ΕΟΜΥ/ΠΟΜΥ

Προφίλ ανάβασης:

Θεραπεία:

Ώρα _____

Υψόμετρο _____

Συμπτώματα:

1.Πονοκέφαλος:

Απουσία 0 _____

Ελαφρύς πονοκέφαλος 1 _____

Μέτριος πονοκέφαλος 2 _____

Σοβαρός/εξοντωτικός 3 _____

2.Γαστρεντερολογικές Διαταραχές:

Απουσία 0 _____

Ανορεξία ή ναυτία 1 _____

Μέτρια ναυτία ή έμετος 2 _____

Σοβαρή/εξοντωτική ναυτία και έμετος 3 _____

3.Αδυναμία/κόπωση:

Απουσία 0 _____

Ήπια 1 _____

Μέτρια 2 _____

Σοβαρή/εξοντωτική 3 _____

4.Ζάλη/λιποθυμία:

Απουσία 0 _____

Ήπια 1 _____

Μέτρια 2 _____

Σοβαρή/εξοντωτική 3 _____

5.Δυσκολία στον ύπνο:

Κοιμήθηκα καλά ως συνήθως 0 _____

Δεν κοιμήθηκα τόσο καλά όσο συνήθως 1 _____

Κακός ύπνος με συχνές αφυπνίσεις 2 _____

Δεν κοιμήθηκα καθόλου 3 _____

Σύνολο συμπτωμάτων:

(S score) _____

Κλινικές παρατηρήσεις:

6.Μεταβολή της νοητικής κατάστασης:

Απουσία 0 _____

Λήθαργος/κόπωση 1 _____

Αποπροσανατολισμός/σύγχυση 2 _____

Λήθαργος/ημιαναισθητος 3 _____

7.Αταξία (δοκιμασία νύχια-πτέρνες):

Απουσία 0 _____

Ελιγμούς για διατήρηση ισορροπίας 1 _____

Βήματα εκτός γραμμής 2 _____

Πέφτει κάτω 3 _____

Δεν μπορεί να σταθεί όρθιος4 _____

8.Περιφερικό οίδημα:

Απουσία 0 _____

Μια εντόπιση 1 _____

Δύο ή περισσότερες εντοπίσεις 2 _____

Σύνολο κλινικών παρατηρήσεων:

(C score) _____

Συνολικό σκόρ:

Λειτουργικό Score. Αξιολόγησε τον εαυτό σου:

Συνέπεια στις δραστηριότητές σου - Effect on activities (F score)

(0) καμία

(1) ελάχιστα μειωμένες

(2) μέτρια μειωμένες

(3) σοβαρά μειωμένες - κλινοστατισμός απαραίτητος

Έχεις ONB αν πονοκέφαλος και

• S score = ή μεγαλύτερο από 3 Ή

• S score + C score = ή μεγαλύτερο από 5 Ή

• S+C+F score = ή μεγαλύτερο από 6

Μην ανέβεις ψηλότερα!