



THE INTERNATIONAL MOUNTAINEERING AND CLIMBING FEDERATION
UNION INTERNATIONALE DES ASSOCIATIONS D'ALPINISME

Office: Monbijoustrasse 61 • Postfach
CH-3000 Berne 23 • SWITZERLAND
Tel.: +41 (0)31 3701828 • Fax: +41 (0)31 3701838
e-mail: office@uiaa.ch

DOCUMENTO di CONSENSO

della

COMMISSIONE MEDICA UIAA

VOL: 15

Il lavoro in condizioni ipossiche

Destinato a Medici, Persone che si occupano di
Medicina del lavoro, Persone non-medico interessate

Th. Küpper, J.S. Milledge, D. Hillebrandt, J. Kubalova, U. Hefti, B.
Basnajt, U. Gieseler, R. Pullan, V. Schöffl

2009

aggiornamento V2.13/ 7/2010

Traduzione di
Enrico Donegani e Chiara Gallione
2010

1. Introduzione

Oltre alla “classica” condizione di ipossia, che rappresenta essenzialmente un problema per gli alpinisti ed, in misura minore, per coloro che viaggiano in alta quota per lavoro, l’ipossia in quanto tale viene sempre più frequentemente utilizzata per la prevenzione antincendio nelle aree di stoccaggio, per l’allenamento in alta quota in ambito sportivo e per molte altre finalità. In conseguenza, sempre più ‘lavoratori’ ed altre tipologie di soggetti risultano esposti a condizioni di carenza di ossigeno. Fino ad ora non è stata delineata alcuna direttiva su come garantire la sicurezza sul lavoro con le relative indicazioni a scopo preventivo. La maggior parte dei regolamenti non tiene conto del tipo di esposizione o di altre circostanze (ad esempio, se persona sia in grado di “fuggire” da una condizione di ipossia in qualsiasi momento). Le normative non stabiliscono la tipologia o il grado dei differenti rischi – se presenti – e quindi diventa necessario utilizzare analisi più dettagliate sul tipo di esposizione di ciascun individuo, in grado di fornire precise indicazioni per la tutela della sua salute e sicurezza. In quanto organizzazione mondiale che si occupa delle attività svolte in un ambiente povero di ossigeno, la Commissione Medica dell’Union Internationale des Associations d’Alpinisme (UIAA) ha la responsabilità di stilare una dichiarazione di consenso internazionale in merito a queste problematiche. Per facilitarne l’uso, questo documento è strutturato come segue:

- Differenziazione tra i diversi tipi di esposizione a condizioni di ipossia e conseguenze di ciascuna di esse;
- Procedure preventive e di assistenza medica nell’ambito delle Medicina del Lavoro per le persone che lavorano nelle varie condizioni di ipossia;
- Commenti sulle varie distinzioni e procedure.

Sebbene vi siano alcune differenze fisiologiche tra altitudine simulata (ipossia isobarica) e altitudine reale (ipossia ipobarica) [1], [2], esse non risultano rilevanti ai fini della sicurezza sul lavoro e della salute. Pertanto il termine quota in questo documento comprende sia la situazione di “altitudine simulata” (realizzata mediante ipossia isobarica) sia quella di “altitudine equivalente” (un termine che viene spesso usato per la pressurizzazione delle cabine degli aeromobili).

Strutture in ipossia isobarica possono essere evacuate immediatamente ed è di gran lunga più semplice sorvegliare i dipendenti che vi lavorano (“ipossia controllata”). Pertanto in queste strutture esiste un rischio significativamente più basso, rispetto ad un reale soggiorno in altitudine, dove non è possibile né fuggire in breve tempo dalla condizione di ipossia, né garantire una buona sorveglianza dello stato di salute dei soggetti ipossici, da parte di persone che non siano a loro volta soggette ad ipossia (“ipossia incontrollata”).

Nota: Questo documento puntualizza unicamente aspetti di Medicina del Lavoro relativi all’altitudine! Altri aspetti di Medicina del Lavoro sono qui esclusi e devono comunque essere tenuti in considerazione per altre attività individuali in quota. Un esempio è dato nell’Appendice 1, riferito a persone con un elevato carico di lavoro in quota, come per chi lavora in operazioni di soccorso in montagna con l’elicottero.

2. Tipologie di esposizione sul lavoro a condizioni di ipossia

Con riferimento al dibattito attualmente in atto in molti Paesi (Austria, Gran Bretagna, Finlandia, Germania) bisogna sottolineare il fatto che una (lieve) ipossia non rappresenta normalmente un rischio. Bisogna altresì considerare cinque fattori importanti per la differenziazione e per il profilo di rischio dell'esposizione all'ipossia.

- Altitudine o altitudine equivalente (% O₂), rispettivamente
- Durata dell'esposizione
- Profilo di altitudine/acclimatazione (inclusa l'ipossia intermittente)
- Carico di lavoro in condizioni di ipossia
- Abitanti di montagna e abitanti di pianura

I rischi individuali causati da condizioni fisiche pre-esistenti saranno discussi più oltre (vada anche [3]). Con i cinque punti principali sopra elencati si possono definire almeno quattro tipi di esposizione, ognuno con un profilo di rischio completamente differente (fig.1).

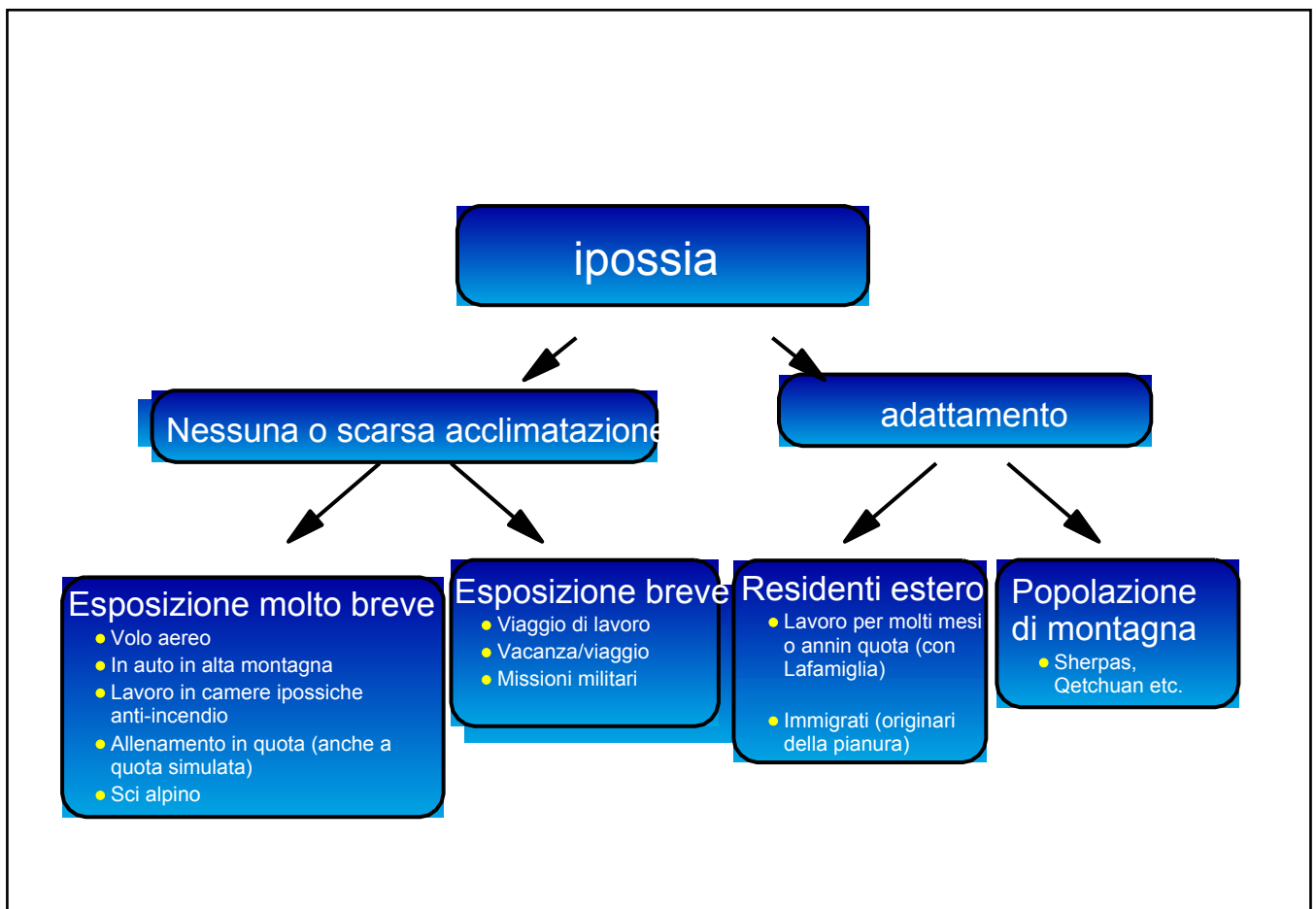


Figura 1: Differenti tipi di esposizione sul lavoro in condizioni di ipossia (vedi anche tabella 1).

2.1 Esposizione estremamente breve

L'esposizione estremamente breve si ha generalmente a quote tra i **1800m e i 2500m** e per un periodo che va da **qualche minuto a qualche ora**. I lavoratori esposti in ipossia isobarica ad una saturazione di O₂ di circa 17.0-14.8% (+/- 0.2) in camere dotate di sistemi ipossici anti-incendio, è come lavorassero ad una quota di circa 1.700-2.600m (secondo gli standard atmosferici ICAO, fig. 2). Questa quota rientra ampiamente nei limiti della cosiddetta "quota-soglia", che rappresenta il valore al quale l'organismo mostra i primi adattamenti all'ipossia. A seconda del sistema osservato, la quota-soglia varia tra 1500m (lieve aumento della frequenza cardiaca a riposo) e 2.400m (aumento della concentrazione ematica di eritropoietina) [4], [5]. Dunque, le quote comprese nei valori-soglia non comportano alcun rischio di ipossia nei soggetti sani. Non comportano rischi nemmeno nei soggetti con patologie croniche di moderata entità [3]. Le persone gravemente malate saranno discusse in seguito.

In alcune circostanze particolari alcuni lavoratori all'interno di camere anti-incendio sono esposti a quote comprese tra 2.700 e 3.800m. Questa situazione è limitata nel tempo ad un massimo di poche ore, spesso meno di 60 min. Come per ogni camera equipaggiata con sistemi ipossici anti-incendio, i lavoratori possono abbandonare il locale immediatamente in qualunque momento, nel caso non si sentissero bene.

In alcune comuni attività le persone possono essere esposte a quote anche più elevate, per es. sciare a 3.800m (in Europa) o oltre i 4.000m (negli U.S.A.), oppure guidare l'auto in montagna, a circa 3.000m (in Europa), oltre i 4.000m (U.S.A. e Tibet), oltre i 5.000m (Sud America). In questi casi il problema principale è la riduzione della pressione atmosferica, soprattutto per i bambini o per le persone con infezioni delle vie aeree superiori.

Gruppi	Caratteristica (quota equivalente)	Tipica durata dell'esposizione	Tipico rischio
Esposizioni molto brevi (aereo, funivia, sci, percorso stradale, camera antincendio)	1.800 – 2.600m	minuti - ore	Cambi di pressione (persone con infezioni delle vie aeree superiori)
	2.600 – 3.800m		Nessun rischio da ipossia per persone che non hanno gravi malattie cardiopolmonari o una grave anemia Nessun rischio per persone sane
	3.800 – 5.500m		Nessun rischio per persone sane se l'esposizione non supera i 30 min. (Tab.2)
Esposizione breve (limitata)	2.000 – 3.000m	giorni – settimane	Mal di montagna acuto (AMS) se la persona non acclimatata dorme a questa quota A parte l'AMS, normalmente non ci sono rischi per le persone che non abbiano gravi malattie cardiopolmonari o grave anemia (l'HAPE è estremamente raro a queste quote)
Residenti all'estero	3.000 – 4.500m	anni	Ipertensione polmonare da alta quota Insufficienza del ventricolo destro Mal di montagna cronico (CMS, "malattia di Monge") Mal di montagna infantile subacuto (SIMS)
Popolazioni di montagna	>3.000m.	molte generazioni	CMS (vedi sopra) Edema polmonare da ritorno

Tabella 1: Caratteristiche dei vari tipi di esposizione.

Nell'esposizione estremamente breve, quella di durata maggiore è rappresentata dai voli aerei a lungo raggio, che può essere definita come "caso limite di esposizione breve". I dati mostrano come alcune compagnie aeree volino con pressurizzazione della cabina superiore al limite di 2.400m stabilito dall'ICAO, soprattutto nel caso di aerei moderni [6]. Normalmente la durata dell'esposizione non supera le poche ore. Cinque miliardi di passeggeri all'anno dimostrano che questo regolamento è sicuro. A 3.000m (e anche oltre) con questi periodi di esposizione non c'è alcun rischio di sviluppare malattie d'alta quota [7], [8], [9], [10]. Il problema più grave potrebbe essere in questo caso il rapido cambio di pressurizzazione, specialmente in un soggetto affetto da un comune raffreddore. Normalmente tutti, incluse le donne incinte [11], [12] e i bambini [13], a queste quote stanno bene. Fanno eccezione le persone con gravi patologie pre-esistenti (vedi il paragrafo dedicato e la tabella 3).

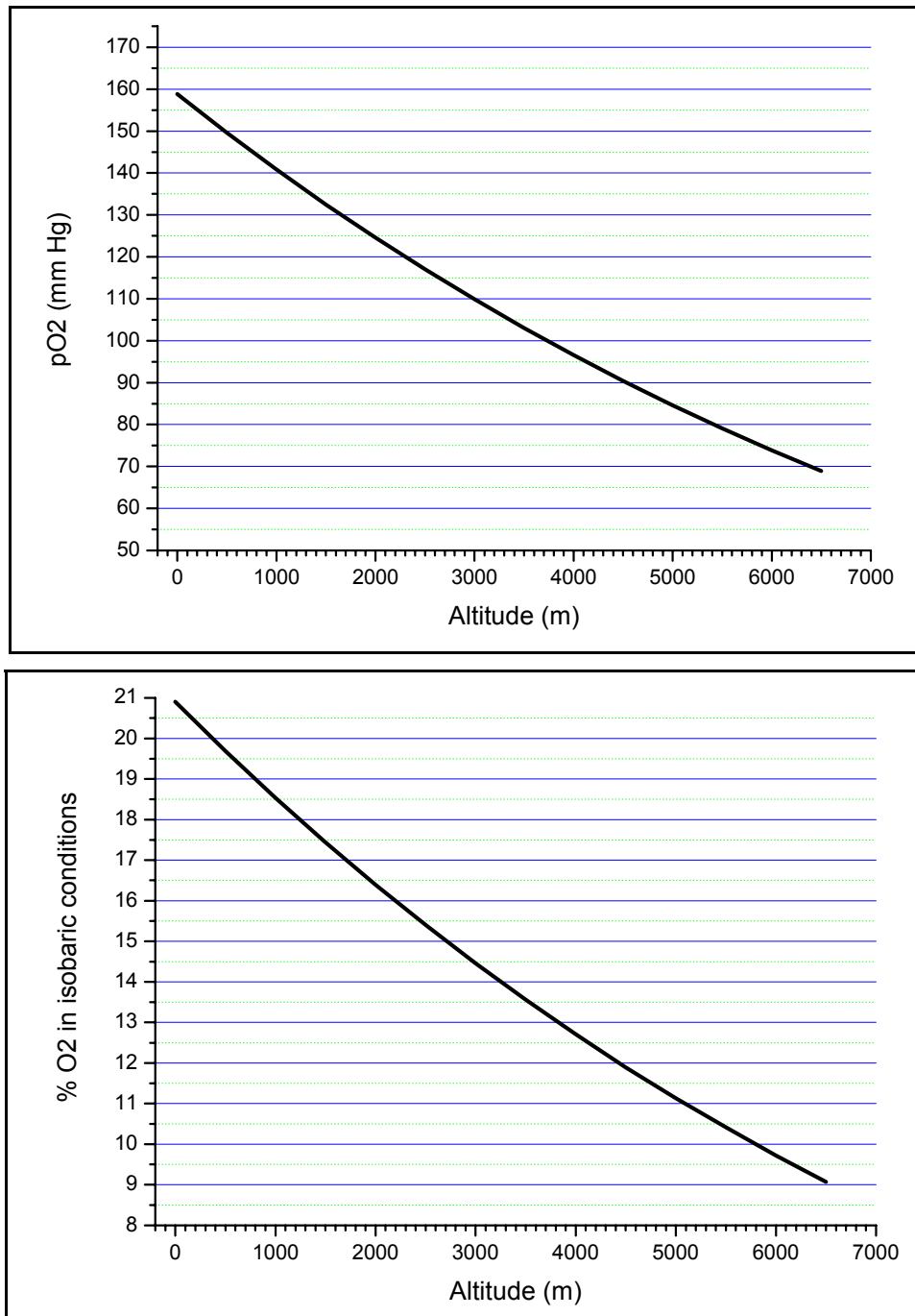


Figura 2: pO₂ e saturazione O₂ % isobarica in rapporto all'altitudine. Grafici in accordo con gli standard atmosferici ICAO [14] (vedi anche tabella 2). Nel casi della protezione anti-incendio, si usa quasi sempre una percentuale di O₂ tra il 14.8 e il 17% [15], [16].

Nel gruppo “esposizione estremamente breve” esiste un piccolo sottogruppo di soggetti che costituiscono una casistica speciale: allenatori, specialmente alpinisti, che si pre-acclimatizzano per spedizioni ad altissima quota o lavoratori per un lavoro in alta quota. Questa è una tecnica sempre più frequentemente utilizzata, spesso in strutture fornite di ipossia isobarica. Essa permette di esporre i soggetti a quote di 5.300m o più. Nella maggior parte dei casi questa esposizione è limitata a qualche minuto, massimo mezz’ora. Con il vantaggio che in un ambiente in ipossia isobarica, queste persone possono facilmente tornare a condizioni atmosferiche normali in qualsiasi momento nel caso non si sentissero bene. Soggetti con patologie pre-esistenti a questa quota possono sviluppare complicanze gravi, mentre soggetti sani generalmente tollerano bene questa esposizione. La durata dell’esposizione è comunque troppo breve per poter provocare una grave malattia d’alta quota (AMS) ed è anche ben al di sotto dei limiti di tempo oltre i quali possono insorgere importanti rischi neurologici. In medicina aeronautica questo periodo è definito “tempo utile di coscienza” (tabella 2). Nessuno dei due problemi riveste importanza per questo gruppo.

Altitudine	%O ₂ in condizioni isobariche	Pressione atmosferica		pO ₂		Tempo utile di coscienza
		[mmHg]	[hPa]	[mmHg]	[hPa]	
0	20.9	760.0	1013.2	158.8	211.7	Nessun limite
500	19.7	716.0	954.6	149.6	199.5	
1000	18.5	673.8	898.3	140.8	187.7	
1500	17.4	634.0	845.3	132.5	176.7	
2000	16.4	596.0	794.6	124.6	166.1	
2500	15.4	560.0	746.6	117.0	156.0	
3000	14.5	525.8	701.0	109.9	146.5	
3500	13.6	493.0	657.3	103.0	137.3	
4000	12.7	462.0	616.0	96.6	128.8	
4500	11.9	432.6	576.8	90.4	120.5	
5000	11.1	404.8	539.7	84.6	112.8	
5500	10.4	378.6	504.8	79.1	105.5	>30 min.
6000	9.7	353.6	471.4	73.9	98.5	
6500	9.1	330.0	440.0	69.0	92.0	
7000	8.5	307.8	410.4	64.3	87.7	3-5 min.
10500	5.0	183.0	244.0	38.2	50.9	ca. 1 min.
12900	3.4	123.5	164.7	25.8	34.4	15-30 sec.

Tabella 2: Condizioni atmosferiche (altitudine, pressione atmosferica, pO₂ e la corrispondente saturazione di %O₂ in ipossia isobarica) secondo gli standard ICAO [14] e il “tempo utile di coscienza” per persone non acclimatate [17], [16]. Non ci sono limiti di “tempo utile di coscienza” fino a 5.000m o ad una saturazione di O₂ dell’11.1% O₂, rispettivamente. Per la corrispondente percentuale di O₂% vedi anche la legenda della fig. 2.

Con l'aumentare della quota, nei soggetti molto allenati il carico di lavoro massimale diminuisce del 10% al 15% ogni 1.000m di altitudine (a partire dai 1.500m) (fig. 3). Poiché la maggior parte del lavoro svolto in altitudine rappresenta solo una piccola quota di lavoro per l'organismo umano (stimato tra lo 0.5 – 1.0 W/kg del peso corporeo), questo effetto non limita la maggior parte delle attività sopra descritte che si possono svolgere in quota. Durante un'attività molto faticosa o impegnativa oltre i 3.000m, la diffusione di O₂ diventa un fattore sempre più limitante e le persone che svolgono lavori intensi non sono in grado di stabilizzare la loro saturazione di O₂ (SaO₂) al valore che ci si aspetterebbe a quella altitudine. Di conseguenza la loro SatO₂ tenderà a diminuire. Condizioni di lavoro come queste sono adatte esclusivamente a persone sane e, quando vengono pianificate le attività richieste e le risorse, si deve comunque sempre tenere presente un carico di lavoro limitato (fig. 3).

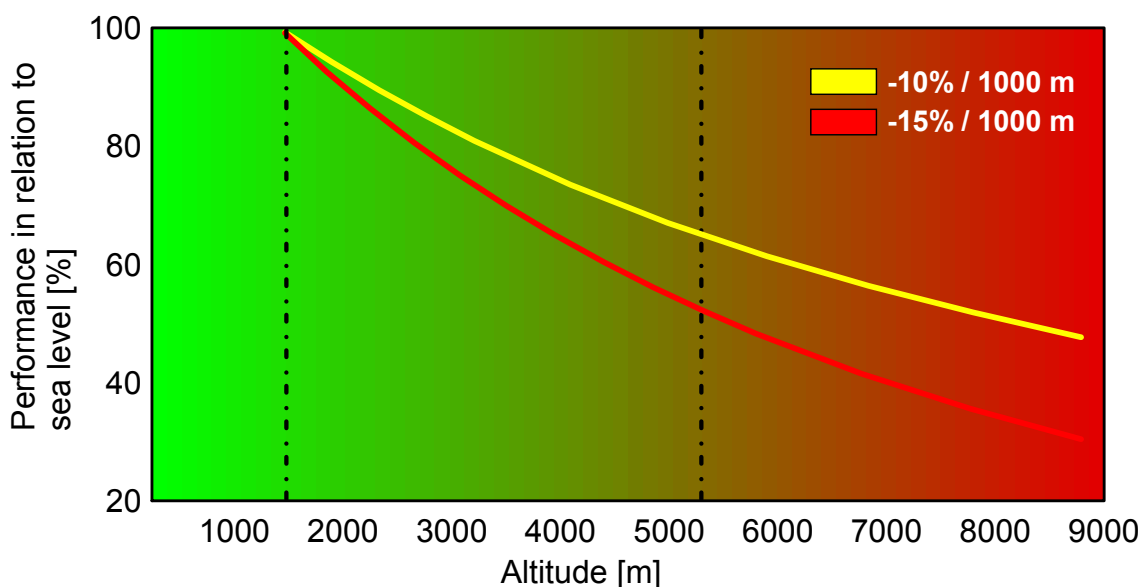


Figure 3: Riduzione del carico di lavoro massimale in altitudine: meno il 10% ogni 1000m (scarso allenamento) e oltre il 15% ogni 1000m per persone molto allenate [18], [19], [20], [21], [22]. I 1500m rappresentano la “quota-soglia”; i 5300m il limite di completa acclimatazione/soggiorno permanente.

2.2 Esposizione breve (limitata)

La tipica esposizione del “**gruppo ad esposizione breve (limitata)**” è tra i **2000 e i 3000m** per alcuni **giorni o settimane**. In alcuni luoghi questi soggetti possono essere esposti a quote addirittura più elevate, 4000 – 5000m, per es. in Colorado o in Sud America. Nella figura 4 sono riportate alcune tipiche destinazioni per uomini d'affari o semplici viaggiatori non alpinisti. Al contrario del gruppo “esposizione estremamente breve”, la combinazione di altitudine e durata dell'esposizione in soggetti non acclimatati può potenzialmente causare il mal di montagna (AMS). A 2500-3000m si osserva un aumento della frequenza cardiaca tra il 12% e il 14% ([23], [15], [24]). Si ha inoltre un corrispondente aumento della “massima ventilazione minuto” (MVV) [25], [24]. La saturazione di O₂ diminuisce solo del 6-8% rispetto alla saturazione misurata a livello del mare e si stabilizza al 90-94% [26], [27], [24]. A

3000m si registra una lieve diminuzione della prestazione aerobica (senza un significativo effetto sul rendimento lavorativo) (fig. 3), e senza alcun affetto rilevante sulle funzioni psicomotorie [28], [29]. Ci sono alcuni dati che indicano un lieve decremento della coordinazione dei movimenti complessi, specialmente quando si devono compiere molto velocemente.

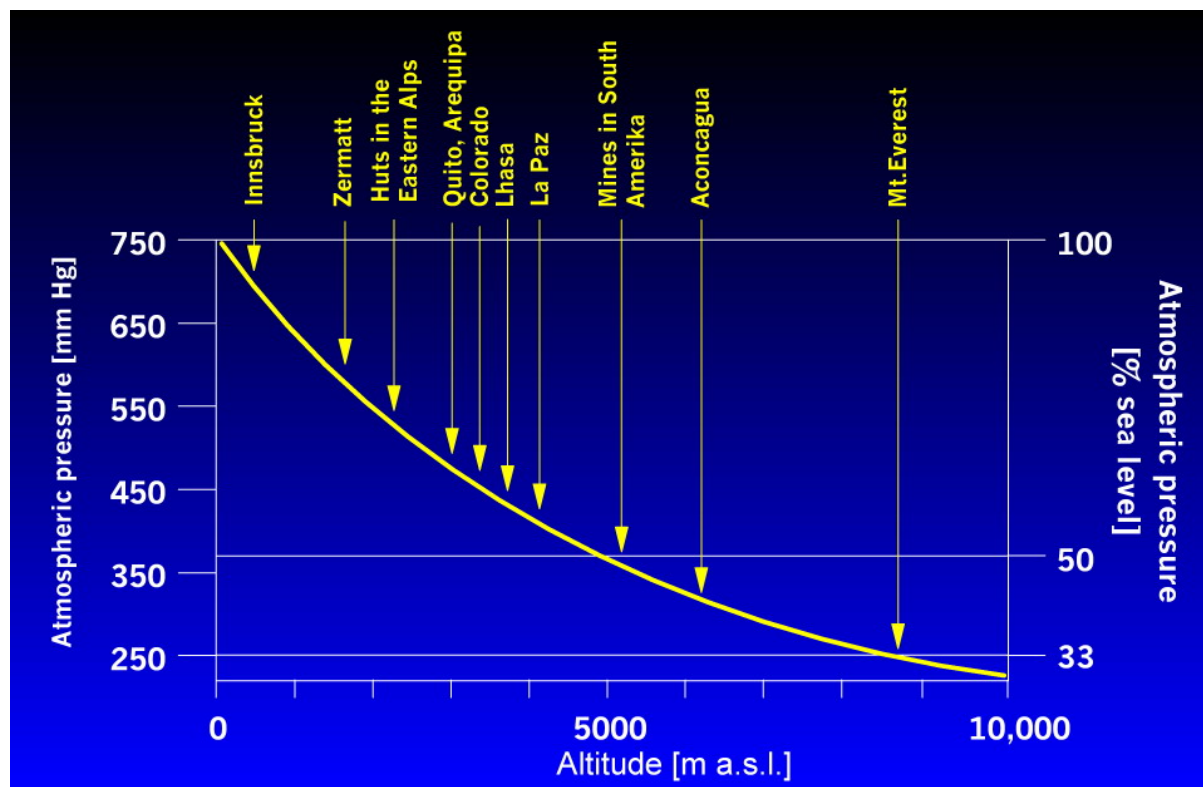


Figura 4: Esempi di mete di viaggio per uomini d'affari o semplici viaggiatori. Nota: alcune località si trovano a quote più elevate delle più alte vette delle Alpi.

Il principale rischio per il “gruppo ad esposizione breve” è lo sviluppo di malattie d’alta quota, più spesso l’AMS. L’edema polmonare d’alta quota (HAPE) è estremamente raro a questa altitudine (1/4000 notti in soggetti non acclimatati a 3000m [30]), dal momento che normalmente si manifesta sopra i 4000m. Esiste un rischio significativamente più elevato nei soggetti che salgono rapidamente, per es. uomini d’affari che arrivano in aereo. Se la destinazione d’arrivo è a circa 4500m il rischio di HAPE con sintomi gravi aumenta fino a 1/600 [30] (immagini radiologiche di HAPE nel 31.7% [31] e il 30-57% dei soggetti soffre di AMS [32], [33], [7], [34], [35]. D’altra parte questi dati indicano come alcune ore o anche una sola notte a 3000m siano relativamente sicure, per lo meno nei soggetti sani. Alcuni con patologie preesistenti possono essere a rischio specifico On [3]. Per questi motivi, per quanto riguarda il “gruppo ad esposizione breve” si devono attuare tutte le strategie per la sicurezza professionale e la salute dei lavoratori per il rischio di AMS.

Nota: contrariamente a quanto si crede da parte degli occidentali, molti portatori himalayani non sono più i veri Sherpa di una volta, sono invece immigrati ex-abitanti di pianura! Essi possono correre i medesimi rischi legati all’altitudine come un qualunque altro visitatore [36].

Nota: Soggetti colpiti da ictus in passato, sottoposti a radioterapia al collo o al capo, portatori di forame ovale pervio o con unica arteria polmonare, possono essere a rischio maggiore se esposti all'alta quota, anche se asintomatici a bassa quota (molti casi sono documentati in letteratura, ma non vi sono dati sistematici). Non esistono dati certi che supportino l'incapacità di questi soggetti ad essere esposti all'ipossia o all'altitudine, ma queste persone devono essere attentamente valutate nel corso di una preventiva esposizione-test, che dovrebbe essere tenuta in un luogo dal quale sia facile allontanarsi immediatamente. Per un test del genere il massimo della sicurezza è dato da locali sorvegliati da personale tecnico e medico dove sia possibile realizzare una condizione di ipossia isobarica, oppure in camere ipobariche.

2.3 “Espatriati” ed immigrati

In questo documento sono definiti “**espatriati**” i soggetti che emigrano dalle pianure alle regioni in alta quota, normalmente **oltre i 3000m**. Alcuni di loro vivono oltre i 4500m. La durata della permanenza in quota può essere di molti mesi, ma frequentemente è di anni. Normalmente queste persone non soffrono di patologie da altitudine (dopo i primi giorni di soggiorno) e si acclimatano perfettamente.

La definizione comprende anche gli immigrati, in molti casi lavoratori accompagnati dalle loro famiglie. Di conseguenza, le gravidanze possono diventare un problema [11] e molto spesso bambini di differenti età sono esposti all'altitudine. Dopo un certo periodo, possono soffrire di malattie particolari del sistema cardio-polmonare: ipertensione polmonare d'alta quota (HAPH, in passato definita “mal di montagna subacuto”), con picchi ipertensivi del circolo polmonare [37] e malattie cardiache dovute all'altitudine. Per dettagli vedi [13].

Dopo alcuni mesi in alta quota anche gli adulti possono sviluppare sintomi causati dall'ipertensione cronica polmonare. Questi pazienti mostrano segni di insufficienza ventricolare destra (edemi periferici, dispnea, tosse, angina pectoris). Dopo anni in quota può insorgere il quadro del “mal di montagna cronico” (CMS, malattia di Monge) (mal di testa, scarsa concentrazione, vertigini, ridotta capacità lavorativa, cianosi, dita a ‘bacchetta di tamburo’, policitemia e alta concentrazione di emoglobina nel sangue [38], [39], [40], [41], [42], [43], [44].

2.4 Popolazioni d'alta quota

Si definiscono **popolazioni d'alta quota** quelle che vivono da molte **generazioni** (alcune da più di 30.000 anni) ad altitudini **superiori a 3000m**. Questi soggetti mostrano fenomeni adattativi a lungo termine e adattamenti genetici. La maggior parte dei loro problemi di salute non è correlata alla quota, ma causata da fattori socio-economici (es. bronchiti croniche, carcinoma di Kangri. – cancro della pelle su cicatrici causate da ustioni multiple dovute al trasporto di un piccolo fornello a carbonella, “kang”, sotto il cappotto o provocate sull'addome quando il soggetto si gira durante il sonno, vicino al fuoco, ecc). Mentre i problemi di salute dovuti alla quota sono rari nei Tibetani e la medicina del lavoro non è ancora stata istituita in Etiopia, gli abitanti del Sud America (molti di loro lavorano nelle miniere oltre i 5000m) sono stati studiati molto e risultano di particolare interesse per il nostro lavoro, poiché alcuni di essi possono aver sviluppato un quadro di CMS (vedi sopra). Un altro problema specifico è la comparsa dell'edema polmonare da ‘ritorno’, quando un abitante di montagna o anche un ‘espatriato’ o un immigrato, dopo essere scesi a

trovare amici o parenti in pianura ed aver soggiornato una o due settimane a bassa quota, ritornano in alta quota. I sintomi sono gli stessi dell'HAPE.

Nota: contrariamente alla convinzione di molti occidentali, molti portatori himalayani non sono più veri Sherpa, sono invece immigrati o ex abitanti di pianura! Essi possono avere gli stessi rischi derivanti dall'altitudine come gli altri visitatori [36]. È preferibile avvalersi di agenzie che seguano le regole dell' "International Porters Protection Group" (IPPG, vedi appendice 5).

3. Aspetti di sicurezza e salute in ambito lavorativo

Dopo quanto precedentemente detto, di seguito sono fornite delle indicazioni per realizzare procedure specifiche in ambito di medicina del lavoro, in modo da facilitare la selezione del personale e offrire consigli utili per la tutela della loro salute e della sicurezza sul lavoro in alta quota. Una sintesi è disponibile nell'organigramma in appendice 2. Per ogni situazione classica si possono utilizzare i semplici 'diagrammi di flusso' forniti in appendice 3. Il carico di lavoro può essere stimato utilizzando la tabella 3 o facendo riferimento a [45].

Al contrario di ogni altro tipo di lavoro dove la minore esposizione all'ipossia di solito si traduce in minor rischio, i lavoratori in quota traggono beneficio dall'essere esposti il più possibile perché questo permette loro un parziale adattamento (nonostante i dati scientifici riguardo l'ipossia intermittente siano scarsi).

Tutti coloro che lavorano in alta quota o in condizioni ipossiche devono bere adeguatamente, in modo da mantenere un bilancio idrico stabile.

Nota: Al contrario di quanto si pensa generalmente, non è il cuore che corre i rischi maggiori nei soggetti in quota. Mentre il miocardio è in grado di sopportare gradi sorprendenti di ipossia, è il polmone che può essere il fattore limitante in caso di malattia pre-esistente.

3.1 Esposizione molto breve

Come detto prima, i problemi di questo gruppo sono ben illustrati facendo riferimento alle condizioni interne di una cabina di aereo (questo esclude soggetti con carichi di lavoro pesanti e allenatori di atleti che si acclimatano al alta quota, vedi oltre). In questo caso specifico, vi sono previsti i seguenti requisiti minimi stabiliti dalla medicina aeronautica (valori a livello del mare per adulti) [46]:

- Capacità vitale 3 l
- FEV1 70%
- SaO₂ 85%
- pO₂art. 70 mmHg

Il valore dell'emoglobina deve essere superiore a 10 g/dl e la conta degli eritrociti superiore a 3 milioni/ μ l [46]. Valori inferiori rappresentano controindicazioni relative in un soggetto anemico cronico, ma compensato, che sia completamente acclimatato.

Per esposizioni oltre i 2700m (equivalenti a una saturazione di O₂ di circa 15.0-14.8%) un controllo da parte della Medicina del Lavoro deve indagare:

- Anamnesi personale:
 - Presenza di segni o sintomi di malattie cardio-polmonari o significative limitazioni ad un lavoro massimale? (sport?)
 - Malattie importanti o interventi chirurgici nell'ultimo anno?
 - In passato, problemi durante soggiorni in alta quota?
 - Il soggetto dovrà svolgere in quota un lavoro estremo o pesante?

Se il soggetto pratica regolarmente e senza problemi qualunque sport aerobico di resistenza, non c'è dubbio – senza ulteriori accertamenti medici – che egli non corre alcun rischio nel caso di esposizione alle condizioni descritte per il “gruppo ad esposizione molto breve” fino a 2700m o a una saturazione di O₂ di circa 15.0-14.8%).

- Indagini di laboratorio o diagnostiche sono richieste solamente nei casi non completamente chiari dopo aver raccolto la storia clinica del soggetto:
 - Anemia importante: analisi del sangue
 - Nota: escludere anemia falciforme se il soggetto appartiene ad una popolazione in cui tale malattia è endemica
 - Ipertensione polmonare: ecocardiografia
 - Malattia polmonare: spirometria ed ergometria
 - Cardiopatia: ergometria, ecocardiografia da stress

Se i lavoratori si trovano a quote di 2700-3800m, come già detto nel paragrafo 2.1, la valutazione clinica deve prevedere il conteggio delle cellule del sangue, l'ergometria e la spirometria (dato che il VO₂max rappresenta un fattore limitante in alta quota, meglio sarebbe un test ergometrico con consumo di O₂).

Lo stesso vale per i lavoratori che salgono oltre i 3800m, che devono venire valutati come detto sopra. Dal momento che le camere ipossiche sono sempre più diffuse (es. nei centri di allenamento all'ipossia), questi soggetti devono essere esposti all'ipossia almeno una volta, prima della loro prima salita in alta quota. Questa esposizione in camera ipossica deve tener conto del tipo di lavoro, della durata prevista e specialmente della quota (equivalente) (pO₂) di esposizione durante il lavoro: per un lavoro da compiere in un ambiente controllato (camera ipossica) per una durata limitata, dovrebbe essere sufficiente un'esposizione acuta di 1-2 ore alla quota equivalente alla quale il lavoro sarà poi eseguito. Durante il periodo di esposizione, nel soggetto devono essere monitorizzati da personale con adeguata competenza in medicina di alta quota la saturazione d'ossigeno, la frequenza cardiaca e la comparsa di sintomi legati alla quota. Soggetti con malattie cardio-polmonari in classe NYHA/CCS > I, anemici o in gravidanza non devono essere presi in considerazione per lavori in altitudine o in condizioni di ipossia corrispondenti a quote superiori a 3800m [3], [47], [11].

Per una normale giornata lavorativa non è necessario includere pause addizionali, se l'altitudine reale o equivalente non supera i 2700m (respiro di aria con una percentuale di O₂ del 14,8% in condizioni isobariche), poiché non vi è rischio di complicanze correlate alla quota. Se possibile e se il lavoro dura tutto il giorno in camera ipossica (es. per la protezione anti-incendio), si deve consigliare al soggetto di lasciare l'ambiente ipossico durante la pausa pranzo. Se soggetti non acclimatati dovessero essere esposti ad altitudini equivalenti di 2700-3800m, come detto sopra,

si devono consigliare pause in normossia di almeno 15 minuti ogni 2 ore. Se essi sono esposti a più di 3800m, queste pause devono essere di 30 minuti. I lavoratori non acclimatati devono evitare esposizione oltre i 5000m, o soggiornare per un periodo breve (inferiore a 30 minuti).

Ogni lavoratore deve sapere di dover lasciare l'ambiente ipossico nel caso non dovesse sentirsi bene. La misura di sicurezza più importante in questo caso è trasferirsi in un ambiente normossico il più rapidamente possibile. Poiché le malattie legate all'altitudine non insorgono mai rapidamente, il lavoratore che avverte un'avvisaglia (ben istruito prima di entrare/salire in quota sui sintomi che possono manifestarsi) ha tutto il tempo di allontanarsi dalla condizione ipossica (vedi anche tabella 2). Non è necessario avere una squadra di soccorso in stand-by per questo gruppo di persone ad "esposizione estremamente breve".

Se i sintomi dovessero regredire completamente dopo un quarto d'ora – mezz'ora, il soggetto, se necessario, può rientrare. Se il soggetto non dovesse riprendersi entro mezz'ora, si deve consultare un medico specialista in medicina d'alta quota prima di una nuova esposizione.

Si deve consigliare ai lavoratori, qualora dovessero presentare infezioni delle vie aeree superiori, di usare uno spray decongestionante in caso di salita rapida in quota (ipossia ipobarica) (ad es. spray con xilometazolina o fenilefrina). Bisogna porre speciale attenzione quando si accompagnano dei bambini in queste condizioni [11].

Non è necessario testare il carico di lavoro massimo per tutti i lavoratori, ad esempio nel caso in cui il lavoro in quota non sia particolarmente pesante (es. lavoro d'ufficio – uomini d'affari, supervisione, ecc.) e l'altitudine non superi i 2700m. E' sufficiente sapere che il soggetto è in grado di salire una rampa di scale o di percorrere in piano 80-100m senza avere il fiato corto [44]. Più in dettaglio in funzione della classe NYHA/CSS [45], [46], [47] (vedi anche l'appendice 4):

- NYHA/CSS I (nessun sintomo): nessuna limitazione in quota.
- NYHA/CSS II (sintomi durante carico di lavoro moderato): nessun limite in quota per attività di minor carico di lavoro.
- NYHA/CSS III-IV (sintomi durante carico di lavoro minimo o a riposo): controindicazioni per la quota. Nella tabella 2 sono riportate le diagnosi e le situazioni cliniche che costituiscono controindicazioni permanenti o temporanee. Utile fare riferimento anche alle raccomandazioni fornite in [1] e [48].

Diagnosi	Periodo durante il quale la quota/l'ipossia deve essere evitata
Ictus	3 mesi
Infarto miocardico	6 settimane, se privo di complicazioni
	10 settimane (o più) in caso di complicanze (es. aritmia significativa)
Intervento di bypass aorto-coronarico	2-3 settimane
PTCA coronarica	3 giorni
Impianto di stent	3-10 giorni
Impianto di pace maker	Dopo il controllo se ben funzionante
Infezione acuta bronco-polmonare	Nessuna esposizione fino alla guarigione
Asma (causata da stress)	Nessuna esposizione se non correttamente trattata

Tabella 3: controindicazioni permanenti o temporanee per il soggiorno in alta quota per il gruppo ad “esposizione molto breve”, come indicato sopra (in accordo con le raccomandazioni per i viaggiatori in aereo) [43].

Alle altitudini alle quali normalmente si lavora per periodi estremamente brevi (1500-3000m), la massima capacità lavorativa è compromessa solo marginalmente (fig. 3). Quindi le raccomandazioni fornite per un dato lavoro (ad es. apparati con autorespiratori) possono essere applicate senza modifiche, se tale lavoro viene svolto a 2000-3000m. Al di sopra di tale quota c'è una riduzione del 10% ogni 1000m oltre i 1500m che deve essere aggiunto ai requisiti minimi, ad es:

se il requisito minimo per un certo lavoro a livello del mare è di 2W/kg di peso corporeo e questo lavoro si svolgerà a 4000m, il calcolo è il seguente: $(4000-1500)/1000=2,5$; $2,5*10\%=25\%$; $2W/kg+25\%=2,5W/kg$. A livello del mare questo lavoratore deve essere in grado di fornire almeno 2,5W/kg per essere in grado di svolgere il corrispondente lavoro a 4000m.

In letteratura medica [49] sono disponibili i dati sul carico di lavoro necessario a svolgere molti tipi di attività a livello del mare. In appendice 1 viene riportato un esempio di protocollo per un check-up medico a membri dell'equipaggio di un elicottero alpino di salvataggio, come esempio per lavoratori ad alta quota con carico di lavoro elevato. Le tabelle 4 e 5 danno informazioni riassuntive sull'argomento. Indipendentemente da tutto questo, i lavoratori devono essere ben consci di ridurre il più possibile il carico di lavoro, e specialmente dovrebbero evitare di respirare forzatamente.

Categoria di rischio	Percentuale di ossigeno nell'aria inspirata			Rischio specifico	Precauzioni
	%O ₂ [%]	Altitudine corrispondente [m]	Pressione barometrica [mmHg]		
Classe 1	≥17	0 - 1,600	760 - 620	Nessun rischio	Istruire i lavoratori (tabella 4)
Classe 2	16.9 - 14.8	1,600 - 2,700	620 - 550	Nessun rischio per attività giornaliera piena se sono escluse gravi malattie polmonari e cardiache e lo stato di grave anemia	Escludere gravi malattie Istruire i lavoratori (tabella 4)
Classe 3	14.7 - 13.0	2,700 - 3,800	550 - 480	Nessun rischio se sono escluse le malattie (classe 2), il carico di lavoro deve essere limitato (vedi tab. 3) e la durata dell'esposizione non deve superare le 4 ore/di o 2x2 ore/di se con carico di lavoro elevato	Escludere gravi malattie Controllare il livello del carico di lavoro (vedi il commento sotto) Istruire i lavoratori (tabella 4)
Classe 4	<13.0	>3,800	<480	Rischio di AMS o altri problemi (es. la limitata coordinazione dei movimenti) in persone non acclimatate	Necessarie precauzioni particolari, vedi commento sotto

Tabella 4: classificazione del rischio di ipossia e precauzioni da adottare

Soggetti che sono esposti ad altitudini estreme, ad es. persone che si allenano per un' spedizione, devono avere una buona capacità cardio-polmonare (soprattutto polmonare!), ben compresa nei limiti di normalità. Questo vale anche per i soggetti asmatici in trattamento. Oltre i 4500m i lavoratori devono essere controllati per sicurezza da personale di soccorso al di fuori della zona di ipossia isobarica, ma sempre in contatto con il soggetto (i soggetti) all'interno. Per un controllo ottimale, le camere per ipossia isobarica dovrebbero essere costruite con un'ampia finestra rivolta verso la stanza adiacente. Sopra i 4500m la sicurezza può essere ulteriormente migliorata avendo a disposizione maschere e bombole di ossigeno. Sopra i 4500m si deve avere a disposizione un medico specialista in medicina di alta quota facilmente contattabile. Sopra i 5000m il medico dovrebbe essere sul posto.

A differenza degli altri soggetti del gruppo di esposizione molto breve, i lavoratori impiegati in queste condizioni devono essere istruiti sui sintomi e sulla gestione dell'ipossia acuta. Di nuovo: se essi lavorano regolarmente in tali condizioni (es. ogni

giorno 2-3 volte per 15-60 min. o più), ci si può attendere un certo beneficio da una parziale acclimatazione (sebbene i dati siano scarsi).

Condizioni	Allenamento minimo richiesto
Classe 1: qualunque attività lavorativa	Come a livello del mare
Classe 2: ispezioni, supervisione (o attività analoghe)	75 W
Classe 2: attività lavorativa moderata	125 W
Classe 2: lavoro pesante (es. spostare carichi pesanti)	>200 W
Classe 3: ispezioni, supervisione (o attività analoghe)	100 W
Classe 3: attività lavorativa moderata	150 W
Classe 3: lavoro pesante (es. spostare carichi pesanti)	>200 W
Classe 4: ispezioni, supervisione (o attività analoghe)	125 W
Classe 4: attività lavorativa moderata	>200 W
Classe 4: lavoro pesante (es. spostare carichi pesanti)	Soltanto persone perfettamente allenate e ben acclimate!

Tabella 5: Minima attività fisica per numerose condizioni di lavoro in ipossia (Watt da produrre per almeno 3 minuti, tapis-roulant o cicloergometro; dati secondo [16]; l'attività fisica minima include un margine di sicurezza).

3.2. Esposizione limitata

Dato che questo gruppo si reca ad altitudini paragonabili a quelle del precedente gruppo, i requisiti minimi per il sistema cardio-polmonare e i criteri di esclusione (tabella 2) sono gli stessi. Si deve porre speciale attenzione ai soggetti nei quali si sospetti la sindrome dell'apnea ostruttiva durante il sonno, perché questa è spesso associata ad ipertensione polmonare e questa ultima peggiora significativamente con l'alta quota. Come detto nel capitolo 2, esiste un altro rischio per questo gruppo di soggetti, che non può (ancora) essere previsto con alcun esame medico: l'AMS. In questo caso la medicina preventiva del lavoro deve fornire dettagliate indicazioni sui sintomi dell'AMS e sul come trattarli [50]. Se possibile si dovrebbe parlare con il manager responsabile del lavoratore e dare consigli su come programmare un adeguato profilo di ascesa. Questo potrebbe includere un giorno in più all'arrivo e una notte in più ad una altitudine intermedia. Se non è possibile evitare un'immediata ascesa ed una notte di permanenza oltre i 2500m, bisogna prendere in considerazione la possibilità della profilassi con farmaci (acetazolamide 125 mg 2 volte al dì, [50]).

Si sottolinea che alcune strutture per lavoratori ad alta quota forniscono ambienti di lavoro arricchiti di ossigeno (ad es. alcune miniere od osservatori sulle Ande). Ogni aggiunta di 1% di ossigeno corrisponde ad una riduzione di quota di 300 m senza incremento del rischio di incendio. Con questo sistema queste strutture offrono un ambiente interno che corrisponde a 3000m, che è ben tollerato.

Se il soggetto viene esposto all'alta quota senza la possibilità di evitare l'ipossia (ad es. viaggi di affari sulle Ande in Sud America), nel momento in cui si pianifica il lavoro deve essere molto importante nell'organizzazione del programma di viaggio stabilire un profilo di ascesa adeguato secondo le direttive internazionali (es. [50]). Se il luogo di lavoro è situato oltre i 3800m, prima della partenza il soggetto dovrebbe dormire almeno una notte sotto controllo medico (stanza ipobarica in un centro di addestramento, con medici esperti di alta quota) all'altitudine equivalente. A seconda poi dell'altitudine che si deve raggiungere, le notti in condizioni ipobariche dovrebbero essere aumentate, al fine di ottenere un profilo di quota e di acclimatazione secondo quanto raccomandato dal "Gold Standard" [50].

Ad ogni lavoratore si deve raccomandare di contattare immediatamente un medico esperto nel caso in cui non si sentisse bene in alta quota e non fosse in grado di scendere. Prima di ogni partenza per destinazioni oltre i 3800m, bisognerebbe fornire il soggetto di antidolorifici, nifedipina, desametasone e acetazolamide con informazioni su come contattare un medico in grado di gestire una situazione d'emergenza. Al di sotto dei 3800m dovrebbe essere sufficiente utilizzare un normale antidolorifico (non l'aspirina!).

3.3 Espatriati ed immigrati

Anche questo gruppo di persone, prima di partire, dovrebbe ricevere informazioni sull'AMS, come descritto nel capitolo 2.2. Prima della partenza, essi dovrebbero essere sottoposti ad un esame clinico dettagliato, inclusi specialmente l'elettrocardiogramma e l'ecocardiogramma. Questo per due scopi: escludere la presenza di ipertensione polmonare (HAPH) e per avere dei dati basali da confrontare ai controlli successivi. L'ipertensione polmonare d'alta quota, il principale rischio per questo gruppo, causa ipertrofia e dilatazione del ventricolo destro e talvolta versamento pericardico. In molti dei luoghi in cui questi espatriati lavoreranno potrebbe essere impossibile effettuare un ecocardiogramma. Quindi il follow-up potrebbe essere svolto durante un breve ritorno a casa per una vacanza. Un ecocardiogramma di controllo dovrebbe poi essere eseguito almeno una volta all'anno o in caso di insorgenza di sintomi. Si deve porre soprattutto particolare attenzione ai bambini che accompagnano questi soggetti [11]. Se l'ecocardiogramma rilevasse un aumento della pressione polmonare o ipertrofia/dilatazione del ventricolo destro, il paziente dovrebbe essere avvisato di lasciare il prima possibile il luogo in alta quota.

3.4 Popolazioni d'alta quota

Come detto sopra, in questo gruppo di persone i problemi legati all'altitudine sono rari. I lavoratori che scendono dall'alta quota per le vacanze o altre ragioni per più di una settimana, dovrebbero essere avvertiti, come detto in 2.4, di evitare l'HAPE da rientro. Bisognerebbe inoltre insegnare loro le regole di primo soccorso in caso di HAPE.

Gli abitanti d'alta quota del Sud America dovrebbero essere controllati dalla medicina del lavoro per il CMS. Questi controlli dovrebbero includere come minimo l'ematocrito, l'emoglobina e la conta degli eritrociti, e dovrebbero essere svolti annualmente. Se si manifestassero sintomi suggestivi di CMS, bisognerebbe eseguire, se possibile, un ecocardiogramma di controllo.

Bibliografia

1. Milledge J, Kupper T. Consensus Statement of the UIAA Medical Commission Vol.13: People with Pre-Existing Conditions Going to the Mountains. 2008 [cited 2008; Available from: www.theuiaa.org/medical_advice.html].
2. Gunga HC, Kirsch K, Rocker L, Schobersberger W. Time course of erythropoietin, triiodothyronine, thyroxine, and thyroid-stimulating hormone at 2,315 m. *J Appl Physiol* 1994. 76(3): 1068-72
3. Sakata S, Shimizu S, Kishi T, Hirai K, Mori I, Ohno Y, et al. Correlation between erythropoietin and lactate in humans during altitude exposure. *Jpn J Physiol* 2000. 50(2): 285-8
4. Cottrell JJ. Altitude exposures during aircraft flight. *Flying higher*. *Chest* 1988. 93(1): 81-4
5. Basnyat B. Acute mountain sickness in local pilgrims to a high altitude lake (4154 m) in Nepal. *J Wild Med* 1993. 4: 286-292
6. Basnyat B, Murdock DR. High-altitude illnesses. *Lancet* 2003. 361: 1967-1974
7. Rabold MB. Dexamethasone for prophylaxis and treatment of acute mountain sickness. *J Wilderness Med* 1992. 3(1): 54-60
8. Hackett PH, Roach RC. High-altitude illness. *N Engl J Med* 2001. 345(2): 107-114
9. Jean D, Leal C, Meijer H. Consensus Statement of the UIAA Medical Commission Vol.12: Women Going to Altitude. 2008 [cited 2008 11.1.09]; Available from: www.theuiaa.org/medical_advice.html.
10. Jean D, Leal C, Kriemler S, Meijer H, Moore LG. Medical recommendations for women going to altitude. *High Alt Med Biol* 2005. 6(1): 22-31
11. Meijer HJ, Jean D. Consensus Statement of the UIAA Medical Commission Vol.9: Children at Altitude. 2008 [cited 2008 11.1.09]; Available from: www.theuiaa.org/act_medical.
12. Ruff S, Strughold H. *Grundriss der Luftfahrtmedizin*. 2. Aufl. ed. Leipzig: Johann Ambrosius Barth; 1944.
13. Muller B. *Die gesamte Luftfahrt- und Raumflugmedizin*. Düsseldorf: Droste Verlag; 1967.
14. Ernsting J, King P. *Aviation Medicine*. 2nd ed. ed. Oxford: Butterworth-Heinemann Ltd; 1994.
15. Amsler HA. *Flugmedizin für zivile Besatzungen*. Bern: Verlag Eidgenössisches Luftamt; 1971.
16. Kupper T, [Workload and professional requirements for alpine rescue]. Professoral thesis at Aachen Technical University / Germany, 2006 (english publication in preparation), in Dept. of Aerospace Medicine. 2006, Aachen Technical University: Aachen
17. West JB. Limiting factors for exercise at extreme altitudes. *Clin Physiol* 1990. 10(3): 265-72
18. Buskirk ER, Kollias J, Picon Reategui E. Physiology and performance of track athletes at various altitudes in the United States and Peru. In: Goddard RF, Editor. *The international symposium on the effects of altitude on physical performance*, Chicago: The Athletic Institute; 1966
19. Jackson CG, Sharkey BJ. Altitude, training and human performance. *Sports Med* 1988. 6(5): 279-84
20. Buskirk ER, Kollias J, Akers RF, Prokop EK, Reategui EP. Maximal performance at altitude and on return from altitude in conditioned runners. *J Appl Physiol* 1967. 23: 259-267
21. Glaisher J. Notes of effects experienced during recent balloon ascents. *Lancet* 1862. 2: 559-560
22. Kupper T, Körperliche und fachliche Anforderungen bei Rettung aus alpinen Notlagen - Analyse der Belastungen und Beanspruchungen der Ersthelfer und der Angehörigen der Rettungsdienste und ihre Konsequenzen für präventive und rehabilitative Ansätze in

- Flugmedizin, Arbeitsmedizin und alpiner Sportmedizin, in Institut für Flugmedizin. 2006, Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule (RWTH): Aachen, 377
23. Rupwate RU, Chitale M, Kamat SR. Cardiopulmonary functional changes in acute acclimatisation to high altitude in mountaineers. *Eur J Epidemiol* 1990. 6(3): 266-72
 24. Horii Xea. *J.Wild.Med.* 1994. 5: 447-450
 25. Cottrell JJ, Lebovitz BL, Fennell RG, Kohn GM. Inflight arterial saturation: continuous monitoring by pulse oximetry. *Aviat Space Environ Med* 1995. 66(2): 126-30
 26. Waanders R, Riedmann G. Short term impairment in cognitive functioning after a rapid ascent to altitude of 4,559 meters (Abstract). *Eur J Neurisci (Suppl)* 1994. 7: 217
 27. Tune GS. Psychological effects of hypoxia: Review of certain literature from the period 1950 to 1963. *Percept Mot Skills* 1964. 19: 551-562
 28. Hochstrasser J, Nanzer A, Oelz O. [Altitude edema in the Swiss Alps. Observations on the incidence and clinical course in 50 patients 1980-1984]. *Schweiz Med Wochenschr* 1986. 116(26): 866-73
 29. Bircher HP, Eichenberger U, Maggiorini M, Oelz O, Bärtsch P. Relationship of mountain sickness to physical fitness and exercise intensity during ascent. *J Wild Med* 1994. 5(4): 302-311
 30. Basnyat B, Lemaster J, Litch JA. Everest or bust: a cross sectional, epidemiological study of acute mountain sickness at 4243 meters in the Himalayas. *Aviat Space Environ Med* 1999. 70(9): 867-73
 31. Hackett PH, Rennie D. Rales, peripheral edema, retinal hemorrhage and acute mountain sickness. *Am J Med* 1979. 67(2): 214-8.
 32. Maggiorini M, Buhler B, Walter M, Oelz O. Prevalence of acute mountain sickness in the Swiss Alps. *Bmj* 1990. 301(6756): 853-5
 33. Schneider M, Bernasch D, Weymann J, Holle R, Bartsch P. Acute mountain sickness: influence of susceptibility, preexposure, and ascent rate. *Med Sci Sports Exerc* 2002. 34(12): 1886-91
 34. Basnyat B, Litch JA. Medical problems of porters and trekkers in the Nepal Himalaya. *Wilderness Environ Med* 1997. 8(2): 78-81
 35. Sui GJ, Liu YH, Cheng XS, Anand IS, Harris E, Harris P, et al. Subacute infantile mountain sickness. *J Pathol* 1988. 155(2): 161-70
 36. Arregui A, Leon-Velarde F, Cabrera J, Paredes S, Vizcarra D, Umeres H. Migraine, polycythemia and chronic mountain sickness. *Cephalalgia* 1994. 14(5): 339-41
 37. Bernardi L, Roach RC, Keyl C, Spicuzza L, Passino C, Bonfichi M, et al. Ventilation, autonomic function, sleep and erythropoietin. Chronic mountain sickness of Andean natives. *Adv Exp Med Biol* 2003. 543: 161-75
 38. Curran LS, Zhuang J, Sun SF, Moore LG. Ventilation and hypoxic ventilatory responsiveness in Chinese-Tibetan residents at 3,658 m. *J Appl Physiol* 1997. 83(6): 2098-104
 39. Ge RL, Helun G. Current concept of chronic mountain sickness: pulmonary hypertension-related high-altitude heart disease. *Wilderness Environ Med* 2001. 12(3): 190-4
 40. Leon-Velarde F, Reeves JT. International consensus group on chronic mountain sickness. *Adv Exp Med Biol* 1999. 474: 351-3
 41. Monge CC, Arregui A, Leon-Velarde F. Pathophysiology and epidemiology of chronic mountain sickness. *Int J Sports Med* 1992. 13 Suppl 1: S79-81
 42. Moore LG, Niermeyer S, Zamudio S. Human adaptation to high altitude: regional and life-cycle perspectives. *Am J Phys Anthropol* 1998. Suppl 27: 25-64
 43. Siedenburg J. *Kompodium Reisemedizin und Flugmedizin*. 6. Aufl. ed. Norderstedt: BoD - Books on Demand; 2009.
-

44. Kupper T. [Non-traumatic aspects of sport climbing]. Wien Med Wochenschr 2005. 155(7-8): 163-70
45. N.N. The Criteria Committee of the New York Heart Association. Diseases of the Heart and Blood Vessels: Nomenclature and Criteria for Diagnosis. In: N.N., Editor. The Criteria Committee of the New York Heart Association. Diseases of the Heart and Blood Vessels: Nomenclature and Criteria for Diagnosis, Boston, Mass.: Little Brown; 1928
46. N.N. The Criteria Committee of the New York Heart Association. Nomenclature and Criteria for Diagnosis of Diseases of the Heart and Great Vessels. In: N.N., Editor. The Criteria Committee of the New York Heart Association. Nomenclature and Criteria for Diagnosis of Diseases of the Heart and Great Vessels, Boston, Mass.: Little, Brown & Co; 1994, p. 253-256
47. Miller-Davis C, Marden S, Leidy NK. The New York Heart Association Classes and functional status: what are we really measuring? Heart Lung 2006. 35(4): 217-24
48. Angelini C, Giardini G. Consensus Statement of the UIAA Medical Commission Vol.16: Travel to Altitude with Neurological Disorders. 2009 [cited 2009].
49. Spitzer H, Hettinger T, Kaminski G. Tafeln für den Energieumsatz bei körperlicher Arbeit. Berlin, Köln: Beuth Verlag; 1982.
50. Kupper T, Gieseler U, Angelini C, Hillebrandt D, Milledge J. Consensus Statement of the UIAA Medical Commission Vol.2: Emergency Field Management of Acute Mountain Sickness, High Altitude Pulmonary Oedema, and High Altitude Cerebral Oedema. 2008 [cited 2008 11.1.09]; Available from: www.theuiaa.org/medical_advice.html.

Membri dell' UIAA MedCom

C. Angelini (Italia), B. Basnyat (Nepal), J. Bogg (Svezia), A.R. Chioconi (Argentina), E. Donegani (Italia), S. Ferrandis (Spagna), U. Gieseler (Germania), U. Hefti (Svizzera), D. Hillebrandt (Regno Unito), J. Holmgren (Svezia), M. Horii (Giappone), D. Jean (Francia), A. Koukoutsis (Grecia), J. Kubalova (Repubblica Ceca), T. Küpper (Germania), H. Meijer (Olanda), J. Milledge (Regno Unito), A. Morrison (Regno Unito), H. Mosaedian (Iran), S. Omori (Giappone), I. Rotman (Repubblica Ceca), V. Schöffl (Germania), J. Shahbazi (Iran), J. Windsor (Regno Unito)

Storia di questo documento

L'attuale versione è stata approvata nell'agosto 2009 mediante consenso scritto invece che nel corso di una riunione, aggiornato e approvato mediante consenso scritto nell'aprile 2010.

Appendice 1: Valutazione da parte della Medicina del Lavoro per Membri di Equipaggio di Squadre di Soccorso Alpino in Elicottero[16].

1. Prima valutazione (prima di iniziare il lavoro):

1.1 Anamnesi del paziente

- Anamnesi generale
- Anamnesi specifica (medicina aeronautica e medicina d'alta quota):
- Problemi durante o dopo il volo (quali? quando? ripresentati? a quale quota? dopo quanto dall'arrivo in quota? altri sintomi?)
- Problemi legati al soggiorno in quota, specialmente fiato corto, dispnea o riduzione della capacità fisica (quando? ripresentati? a quale quota? dopo quanto dall'arrivo in quota? altri sintomi?); episodi di AMS, HAPE o HACE in anamnesi?
 - Vaccinazioni:
- Infezioni precedenti o attuali o malattie infettive
 - Storia lavorativa
 - Sintomi attuali
 - Prestare particolare attenzione a:
- Patologie a carico del sistema immunitario o malattie (o terapie) che indeboliscono in modo significativo il sistema immunitario
- Disturbi circolatori (ipertensione, ipotensione con vertigini)
- Malattia coronarica/angina pectoris, storia di infarto del miocardio, aritmie, insufficienza cardiaca
- Trauma cerebrale
- Diabete mellito (specialmente di Tipo I A)
- Nefropatia
- Malattie dermatologiche che facilitano la penetrazione di germi patogeni o che causano un'aumentata sensibilità ai raggi UV
- Malattie neurologiche
- Malattie psichiatriche
- Uso di farmaci o cibi particolari che potrebbero avere un effetto collaterale sedativo, alcol o sonniferi
- Malattie oftalmologiche o traumi che indeboliscono la vista
- Malattie o traumi dell'orecchio medio o interno
- Predisposizione a chinetosi
- Aspetti psicologici (acrofobia, paura di volare, assenza di vertigini)

1.2 Controllo medico con particolare attenzione alla tipologia del lavoro

- Controllo clinico
- Test di controllo al "rumore"
- Otoscopia
- Audiometria a 1-6 kHz

- Test di laboratorio

- Esame delle urine (mediante stick)
- VES
- Esame emocromocitometrico(emoglobina, eritrociti, leucociti, ematocrito)
- GGT, GOT, GPT
- Creatinina
- Glicemia (se necessario eseguire curva da carico, HbA_{1c})
- Anti-HBc o (soggetti vaccinati) anti-HBs quantitativo:
 - se anti-HBc positivi: dosaggio HBs-Ag e anti-HBs quantitativo
 - se HBs-Ag positivi: dosaggio HBe-Ag e anti-HBe

- Vista

- Controllo del visus (vicino e lontano)
- Visione stereoscopica
- Visione dei colori
- Campo visivo
- Sensibilità della visione mesopica con luce abbagliante
 - Raggi X torace
 - Capacità fisica
- spirometria
- ergometria

-Valutazione dell'equilibrio

- Test di Romberg (1 min.)
- Test di Fukuda (1 min.)

Nota:

- L'audiometria non è necessaria se è già stato effettuato un controllo risultato negativo meno di 6 mesi prima. Se vengono invece individuate patologie, si deve procedere ad un immediato controllo.
- La radiografia del torace non è necessaria se è stata effettuata una meno di due anni prima e quando non si sospetti una patologia importante.

1.3 Ulteriori controlli che possono essere effettuati:

- Cranio-corpografia con registrazione foto-ottica
- Spiroergometria (prova da sforzo con consumo di O₂)

1.4 Criteri di Medicina Aeronautica e di Medicina del Lavoro

1.4.1 Soggetto permanentemente inabile a lavorare in alta quota o in condizioni di ipossia

* soggetti con una o più delle seguenti situazioni neurologiche, otologiche o psichiatriche:

- Menomazione della coscienza o disturbo epilettico, indipendentemente dalla causa
- Malattie neurologiche (centrali o periferiche) con importante menomazione funzionale, specialmente dopo trauma cerebrale, alterazioni della perfusione cerebrale, malattie organiche dell'encefalo o della colonna vertebrale e neuropatie periferiche indipendentemente dalla causa
- Disturbi dell'equilibrio con
 - a)oscillazioni laterali nel step-test di **Fukuda** maggiori di 20 cm o deviazione laterale nel test di Romberg maggiore di 80° a destra o 70° a sinistra
 - b)oscillazioni longitudinali nel test di Romberg maggiori di 12 cm o oscillazioni laterali maggiori di 10 cm, se non scompaiono dopo il periodo di osservazione (come specificato in 1.4.2)
- Attacchi cronici di vertigini con significativi disturbi dei movimenti vestibolo-oculari o retino-oculari (da valutare con elettro-nistagmo-grafia)
- Terapie croniche con farmaci con effetto collaterale sedativo
- Ogni tipo di abuso di sostanze stimolanti, anche se risultanti dall'anamnesi del soggetto
- Ogni malattia psichica, anche nel caso di un suo miglioramento, poiché una ricaduta o uno scompenso possono creare problemi di sicurezza sul lavoro (specialmente malattie che possono compromettere la capacità di gestire una situazione di stress o la capacità di valutare il rischio)
- Un aumento del rischio nel soggetto per la perdita dell'udito causata dal rumore, per es.:
 - a)significativa perdita dell'udito a livello della conduzione ossea anche monolaterale e almeno in un test di frequenza tra 1 e 6 kHz ;

- b) vertigine vestibolare o sindrome di Menière;
- c) malattie rilevanti dell'orecchio interno in anamnesi (ad es. perdita acuta dell'udito);
- d) difficoltà di trasmissione nell'orecchio interno causata o dal nervo cocleare o da trauma cerebrale
- e) operazione per otosclerosi in anamnesi

- Soggetti che non tollerano le protezioni auricolari, cuffie o caschetti con sistemi integrati di comunicazione a causa di malattie del canale uditivo o del padiglione auricolare (ad es. eczema resistente alla terapia)
- Soggetti che non riescono ad attuare la pressurizzazione dell'orecchio o dei seni a causa di malattie croniche
- Soggetti con malattie croniche dell'occhio esterno

* Le persone affette da uno o più dei seguenti problemi medici o funzionali

- Ogni malattia del sistema cardiocircolatorio che causi una permanente riduzione della capacità lavorativa o della capacità di adattamento funzionale e che a lungo andare limiti la 'performance' individuale a meno di 3,0 W/kg di peso corporeo (PWC170) [16] (specialmente malattie coronariche, insufficienza cardiaca, ipertensione polmonare o grave ipertensione arteriosa)
- Qualsiasi malattia del sistema respiratorio che causi una permanente riduzione della capacità lavorativa o della capacità di adattamento funzionale e che a lungo andare limiti la 'performance' individuale a meno di 3,0 W/kg di peso corporeo (PWC170) [16] (specialmente BPCO, malattie polmonari che causano disturbi di tipo restrittivo e qualsiasi disturbo della diffusione dei gas)
- Ogni perdita di globuli rossi che causi una permanente riduzione della 'performance' individuale a meno di 3,0 W/kg di peso corporeo (PWC170) [16] (es. anemia cronica indipendentemente dalla causa). Ogni malattia dei globuli rossi o anomalie dell'emoglobina che potrebbero creare uno scompenso acuto in condizioni di ipossia (es. anemia falciforme)
- Ogni malattia della pelle o della circolazione periferica che riduca la perfusione periferica (rischio di congelamento) o i soggetti con storia in anamnesi di congelamento superiore al I°
- Malattie significative a carico dei reni o del sistema urinario (ad es. insufficienza renale cronica di III° o IV° con una clearance renale di 30-59 ml/min [6])
- Malattie reumatiche a rischio di peggioramento in caso di esposizione a clima rigido e tutti gli stadi gravi di malattie reumatiche
- Malattie del metabolismo che causano una permanente riduzione della capacità fisica, attenzione, coordinazione ed equilibrio (ad es. malattie della tiroide, paratiroidi, surrenali)
- Diabete in trattamento medico, specialmente se il paziente tende all'ipoglicemia
- Soggetti con reazioni di intolleranza al freddo (es. crioglobulinemia, orticaria da freddo, emoglobinuria da freddo)
- Riduzione permanente della forza muscolare, della elasticità, o perdita di un arto se la menomazione causa un impedimento tale da impedire la possibilità di lavoro
- Disturbi del sonno non trattati (apnea nel sonno) se causano una significativa diminuzione dell'attenzione o ipertensione polmonare
- Soggetti con ridotte difese immunologiche, es.:
 - a) malattie croniche o infezioni permanenti (es. HIV), che causano una significativa riduzione delle difese immunitarie
 - b) terapie con farmaci immunosoppressori, citostatici, o sottoposti a trattamenti radianti
 - c) eczema cronico delle mani (resistente alla terapia), che riduce gli effetti protettivi della pelle contro agenti infettivi
- Persone con malattie croniche della pelle, che causano aumentata sensibilità ai raggi UV

1.4.2 Soggetti temporaneamente inabili

Persone con i problemi di salute elencati in 1.4.1, qualora si possa prevedere la guarigione o un notevole miglioramento, per es.:

- *Persone con una capacità lavorativa minore di 3.0 W/kg di peso corporeo (PWC170) [16]: fornire loro un programma di allenamento, visita medica di controllo dopo 6-12 mesi, in funzione della sua capacità fisica e della sua attendibilità
- *Persone anemiche (Hb <11,0 g/dl), qualora sia possibile il ritorno a valori normali
- *Riduzione temporanea delle difese immunitarie (es. durante un trattamento temporaneo con farmaci corticosteroidi ad alte dosi o in corso di gravi malattie infettive)
- *Riduzione temporanea della capacità di pressurizzazione (es. nel corso di infezioni acute delle vie aeree superiori)

*Persone obese con un indice di massa corporea (BMI) >28 o con un peso corporeo >90 kg (il limite di portata di un verricello dell'elicottero tiene conto del peso del tecnico, della vittima e delle attrezzature!)

*Eczema acuto delle mani o estese abrasioni cutanee che compromettono temporaneamente la capacità protettiva della cute nei confronti delle infezioni

*Persone che superano i valori limite dei test di Fukuda e di Romberg, come detto precedentemente. Ripetere ogni anno i test, nel caso di un possibile miglioramento. Dopo quattro anni non è più prevedibile alcun miglioramento e, in questo caso, la sospensione diventa definitiva e la persona deve lasciare il lavoro

*Persone affette da malattie temporanee che rendono impossibile per un certo tempo l'uso di sistemi di protezione dell'orecchio, cuffie, o caschetti con sistemi integrati di comunicazione (es. lesioni dell'orecchio esterno, malattie acute del canale uditivo)

*Persone in trattamento medico temporaneo con farmaci in grado di aumentare la sensibilità alle radiazioni UV

1.4.3 Non inabilità se si realizzano preventive condizioni:

*difese immunitarie: se il problema è lieve, si deve valutare attentamente se sia il caso di proporre un'altra attività (definendo procedure preventive specifiche, se necessario). Si raccomandano controlli medici periodici più frequenti

*emicrania (necessità di consulenza, prevenzione degli attacchi con farmaci, se necessario)

1.4.4 Nessuna inabilità

Nessuna limitazione per tutti gli altri soggetti, qualora non vi siano particolari restrizioni o impedimenti dettati dalla legge (es. giovane età, donne in gravidanza)

2. Ricontrolli

2.1 Intervalli tra successivi controlli

2.1.1 Primo ricontrollo: entro il sesto mese dall'inizio del lavoro

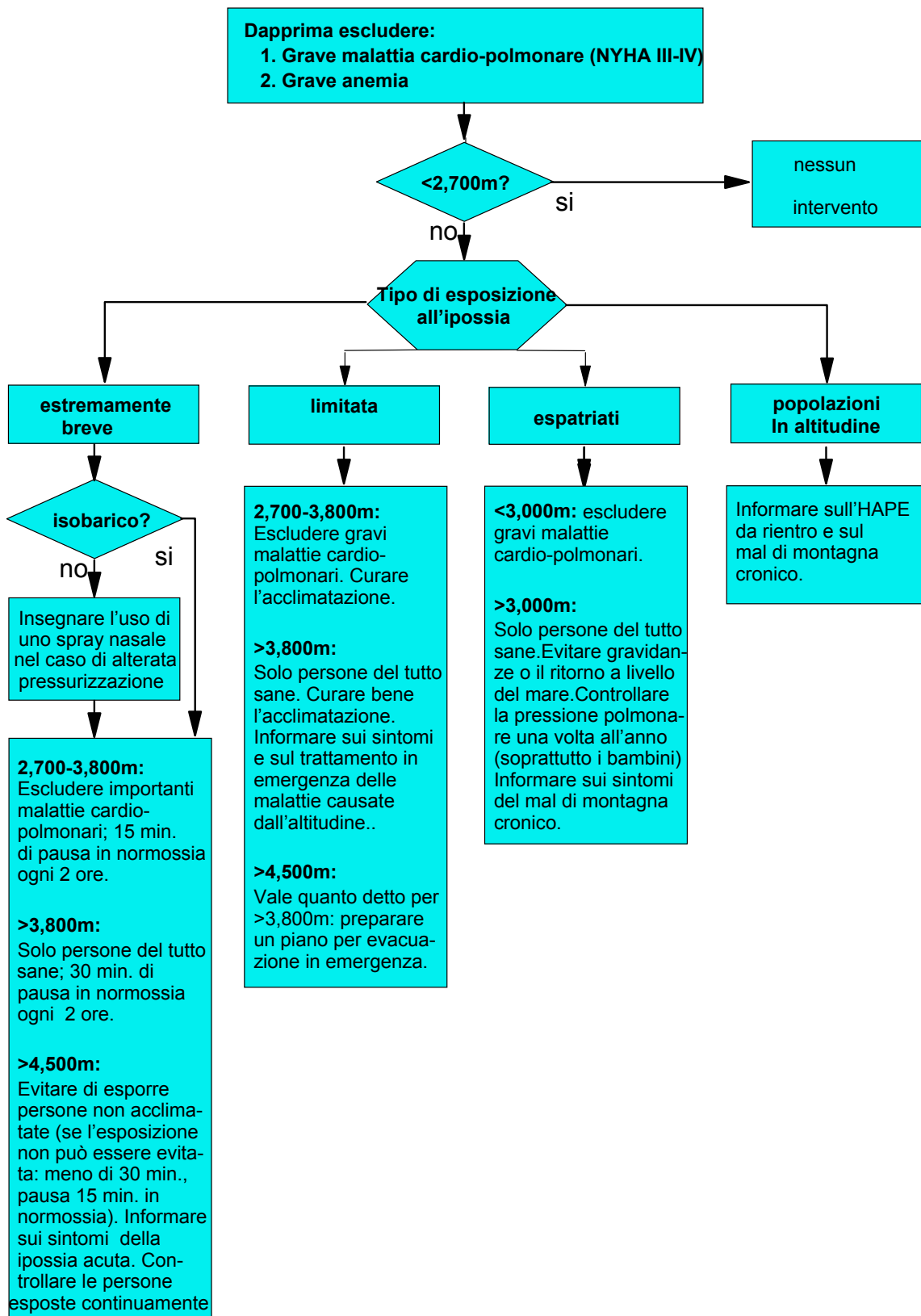
2.1.2 Ulteriori ricontrolli: entro l'anno

2.1.3 Controlli anticipati: in caso di qualsivoglia patologia della durata superiore a 4 settimane o qualsiasi malattia che possa causare una significativa riduzione della capacità lavorativa del sistema cardiopolmonare o muscolare, e anche qualora il lavoratore dovesse presumere una correlazione tra la sua sintomatologia o malattia ed il lavoro svolto.

3. Controllo medico dopo che il lavoratore ha concluso l'incarico

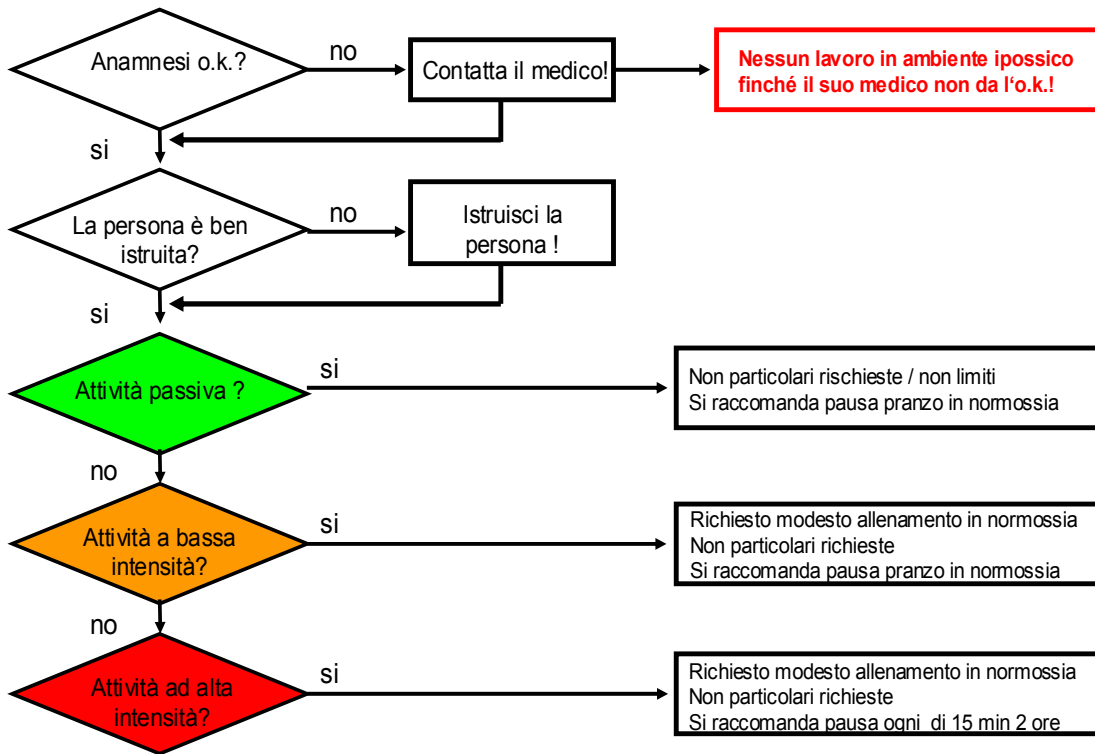
Entro 6 mesi dalla fine del lavoro si raccomandano esami sierologici per epatite B/C e HIV.

APPENDICE 2: diagramma su come gestire la salute e la sicurezza sul lavoro in condizioni di ipossia

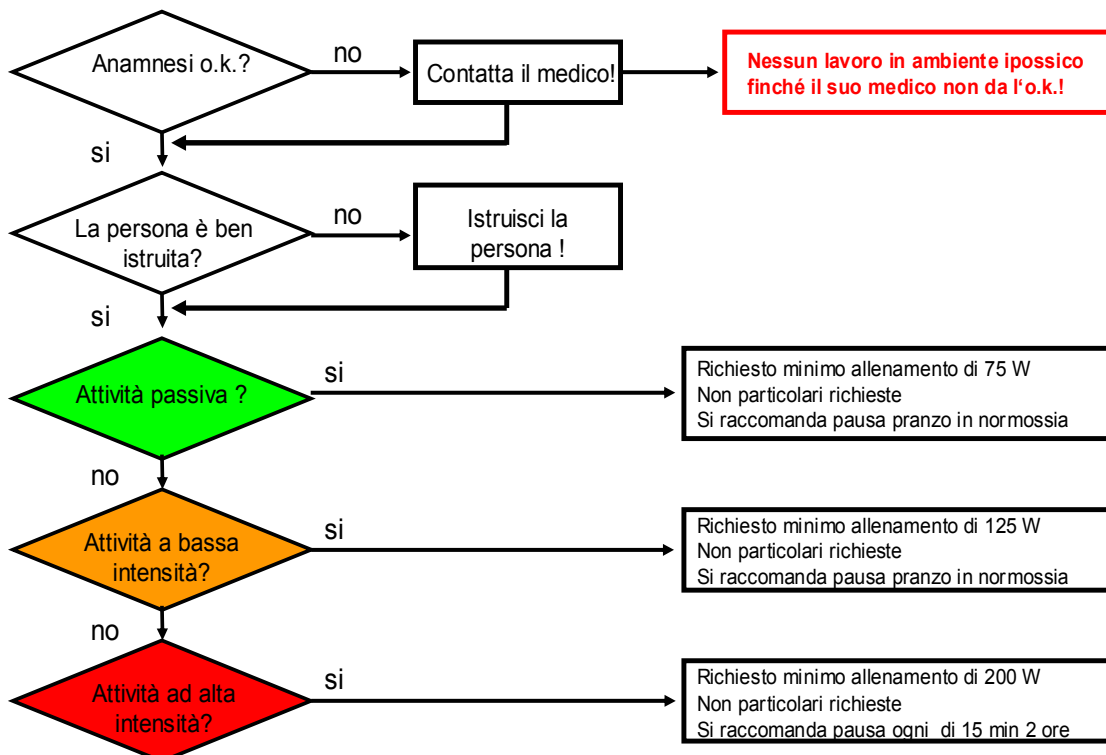


Appendice 3: Diagrammi di flusso semplificati per la Medicina del Lavoro riferiti ai differenti gruppi di rischio

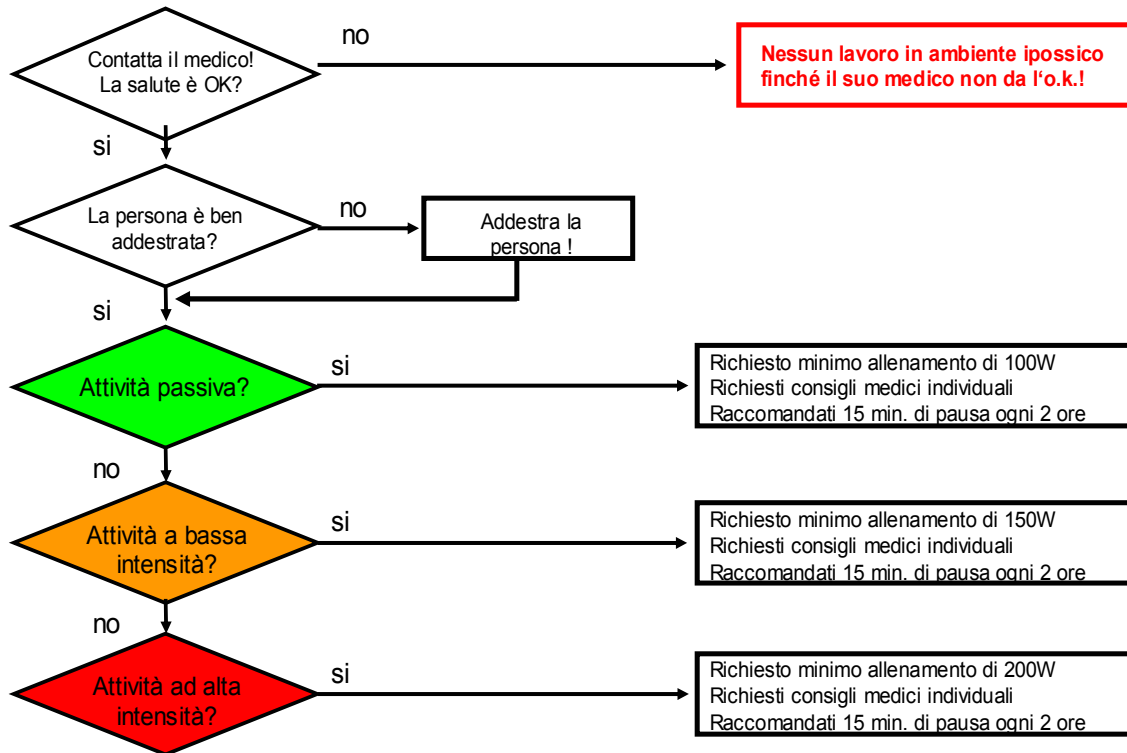
Appendice 3.1: Classe 1 (>17% / 0-1700m)



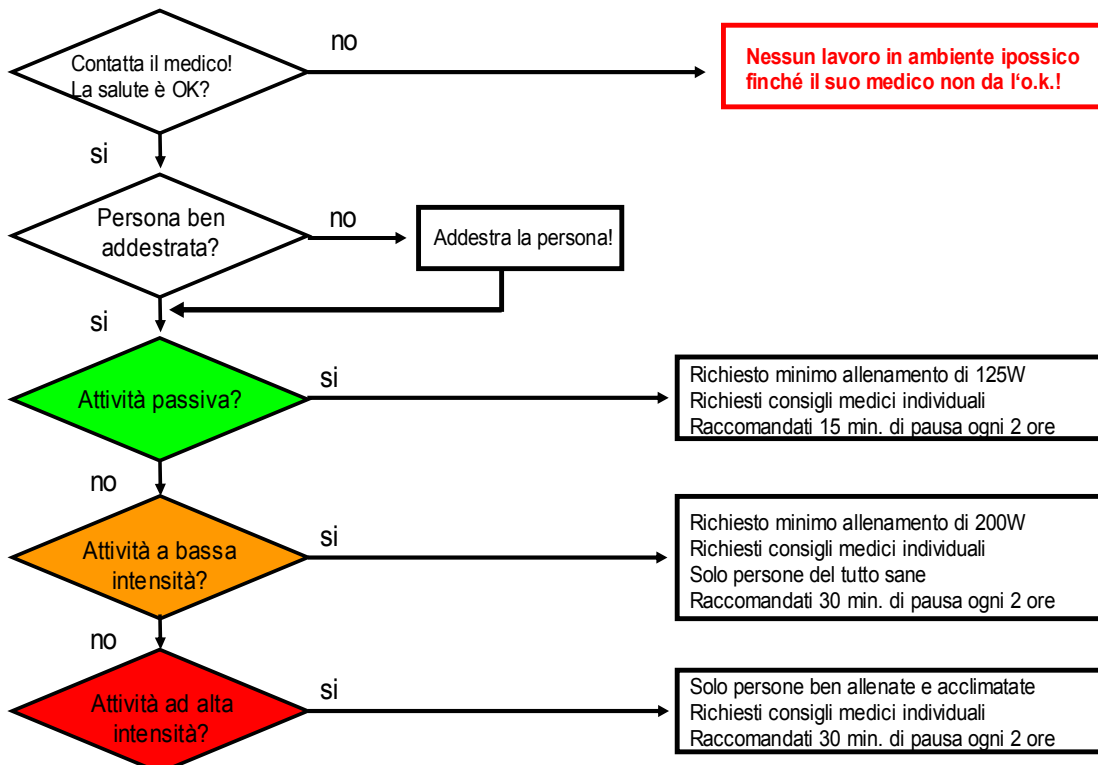
Appendice 3.2: Classe 2 (16.9-14.8% / 1700-2800m)



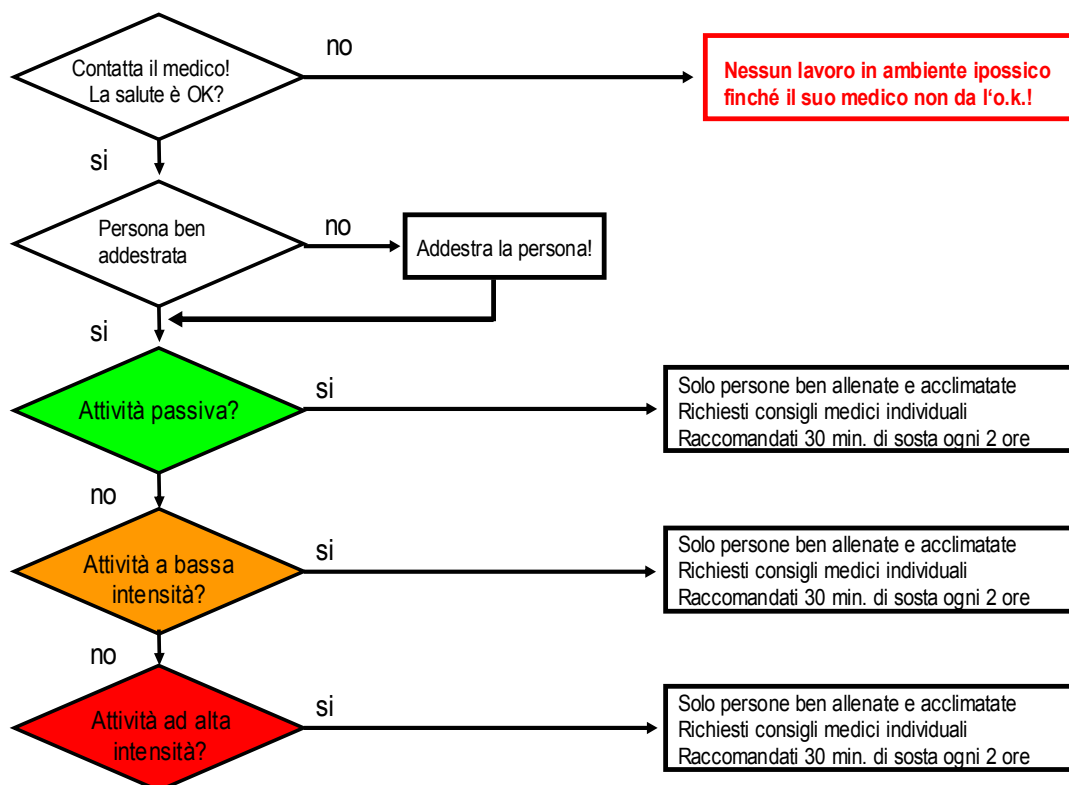
Appendice 3.3: Classe 3 (14.7-13.0% / 2800-3800m)



Appendice 3.4: Classe 4 (12.9-10.7% / 3800-5300m)



Appendice 3.5: Classe 5 (<10.7% / >5300m)



APPENDICE 4: Classificazione dell'insufficienza cardiaca (New York Heart Association Heart Failure) (revisione 1994) [49]

Capacità Funzionale	Valutazione oggettiva
Classe I. Pazienti con cardiopatia ma senza limitazioni dell'attività fisica. La normale attività fisica non causa anomalo affaticamento, palpitazioni, dispnea o dolore anginoso.	A. Nessuna evidenza oggettiva di malattia cardiovascolare.
Classe II. Pazienti con cardiopatia con lieve limitazione dell'attività fisica. Senza sintomi a riposo. La normale attività fisica causa affaticamento, palpitazioni, dispnea o dolore anginoso.	B. Oggettiva evidenza di una lieve malattia cardiovascolare.
Classe III. Pazienti con cardiopatia con grave limitazione dell'attività fisica. Senza sintomi a riposo. Una lieve-moderata attività fisica causa affaticamento, dispnea, palpitazioni o dolore anginoso.	C. Oggettiva evidenza di una moderata malattia cardiovascolare.
Classe IV. Pazienti con cardiopatia incapaci di svolgere qualunque attività fisica senza avere disturbi. I sintomi di insufficienza cardiaca o di sindrome anginosa possono manifestarsi anche a riposo. In caso di una qualunque attività fisica i sintomi peggiorano.	D. Oggettiva evidenza di una grave malattia cardiovascolare.

APPENDICE 5: Linee guida dell'International Porter Protection Group (IPPG)

1 – Aspetti etici durante il trekking

1. Ai portatori deve essere fornito, per proteggersi da freddo, pioggia, neve, un abbigliamento adeguato alla stagione e all'altitudine. Questo significa: giacca a vento e pantaloni idonei, giacca di lana, calzamaglia, calzature adatte (stivali in pelle per la neve), calze, cappello, guanti e occhiali da sole.
2. Oltre la linea delle nevi perenni i portatori devono poter disporre di un rifugio per loro o una stanza in un alloggio o una tenda per loro (la tenda mensa dei trekker non è sufficiente dato che non è disponibile fino a tarda sera), un materassino e una coperta (o sacco a pelo) per dormire. Bisogna fornire loro cibo e bevande calde, o attrezzature per cucinare e il combustibile.
3. I portatori devono avere il medesimo livello di cure mediche, e un'assicurazione sulla vita.
4. Un portatore non deve essere licenziato per malattia o una ferita senza che il capo o i componenti del gruppo verifichino attentamente le sue condizioni. Il responsabile dei portatori (sirdar) deve far sapere al capo-spedizione o ai trekker se un portatore malato sta per essere liquidato. La mancanza di questa informazione è stata causa di molti decessi. Un portatore malato o infortunato non deve mai essere rimandato giù da solo, ma accompagnato da qualcuno che parli la sua lingua e capisca il suo problema, con anche una lettera che descriva il suo malessere. Si devono fornire i mezzi economici sufficienti per coprire le spese di salvataggio e del trattamento medico.
5. A nessun portatore deve essere richiesto di trasportare un peso eccessivo per le sue capacità fisiche (massimo: 20 kg sul Kilimanjaro, 25 kg in Perù e Pakistan, 30 kg in Nepal). I limiti di peso dovrebbero essere adattati in base all'altitudine, al percorso e alle condizioni meteo; è necessaria esperienza per prendere questa decisione.

2 - Domande da porre alle compagnie/agenzie di trekking

1. La compagnia con la quale pensate di organizzare il trekking si adegua alle cinque linee-guida IPPG per la sicurezza del portatore?
2. Qual è la loro politica sull'equipaggiamento e sull'assistenza sanitaria dei portatori?
3. Cosa fanno per assicurarsi che il gruppo degli alpinisti sia opportunamente preparato per garantire la sicurezza dei portatori?
4. Qual è la loro politica sull'addestramento e sul controllo dell'assistenza ai portatori per le spedizioni svolte in Nepal?
5. Nel loro questionario post-spedizione rivolto ai clienti, si informano sul trattamento riservato dal gruppo ai portatori?

Da: www.ippg.net visitato il 3.8.2008