



Il lavoro in alta quota: patologie correlate, prevenzione e sorveglianza sanitaria. Raccomandazioni congiunte SINEM- ALMLII per la tutela della salute dei lavoratori

Giuseppe Taino, Marcello Imbriani

IRCCS Istituti Clinici Scientifici Maugeri – Pavia

Università di Pavia

Bologna, 19 ottobre 2018

Il lavoro in alta quota: premesse

- In letteratura non sono presenti indicazioni o Linee Guida in merito alla valutazione dell'idoneità al lavoro in alta quota, anche in Paesi dove è elevata la possibilità/probabilità di lavorare ad altezze superiori a 3000 m
- Invece la letteratura internazionale sulla patologia da alta quota è molto ricca (almeno 150 importanti studi epidemiologici e sperimentali)
- Presso il centro di **Medicina di Montagna dell'Ospedale di Aosta** sono sempre più frequenti le richieste di valutazioni specifiche non solo per la permanenza "turistica" o sportiva in alta quota, ma anche e soprattutto per lo svolgimento di **attività di lavoro in altitudine**

Il lavoro in alta quota: premesse

- L'obiettivo della **Medicina terapeutica e riabilitativa** è quello di riportare la persona con patologia pregressa o con esiti (cardiovascolare, neurologica, ecc.) alla vita abituale e allo svolgimento delle attività precedentemente svolte
- L'approccio di base della Medicina terapeutica/riabilitativa (e delle sue diverse branche specialistiche) è quello di riportare il singolo soggetto a raggiungere condizioni di impegno fisico massimali (anche per ragioni sportive o ricreative), **tenendo in considerazione le aspettative e i desideri della persona**
ad esempio, il soggetto affetto da cardiopatia ischemica vuole (e talvolta può) arrivare a 4000 m di quota!

Il lavoro in alta quota: premesse

- Gli obiettivi primari della **Medicina del Lavoro** non sono quelli terapeutici, ma quello preventivo (e indirettamente quello medico-legale)
- In Medicina del Lavoro è necessario **porre dei limiti che siano in grado di tutelare la salute del lavoratore in tutte le condizioni di lavoro nelle quali si trovi ad operare rispetto ai rischi aspecifici e specifici presenti nell'ambiente di lavoro**
- I limiti formulati devono inoltre essere fondati su criteri e presupposti scientifici (che ne consentano la giustificazione), nonché in accordo con quanto stabilito dalla normativa

Lavoro in alta quota

A. Fattori ambientali di rischio

- **Temperatura**
- **Umidità**
- **Latitudine**
- **Velocità dell'aria**
- **Pressione atmosferica (ipossia)**



Indici biometereologici

Sono studiati dalla Biometeorologia umana per spiegare le reazioni dell'organismo ai cambiamenti climatici in quota. Si basano su parametri facilmente rilevabili dalle stazioni metereologiche (t° , umidità, velocità del vento, pAtm).

- 1) Indice di Scharlau**
- 2) Indice Wind Chill (WC)**
- 3) Indice Termoigrometrico (THI)**
- 4) Indice di Temperatura Equivalente (Teq)**
- 5) Indice di Thom (DI)**
- 6) Indice di Tensione Relativa (RSI)**
- 7) New Summer Simmer Index (SSI)**
- 8) Indice Humidex (H)**

Pressione atmosferica ed Ipossia

Il principale stimolo all'acclimatazione è rappresentato dall'**ipossia**, nei cui confronti si possono identificare risposte acute e croniche.

L'acclimatazione (ovvero il complesso degli adattamenti fisiologici che intervengono per compensare gli effetti dell'alta quota) coinvolge in particolare:

- L'apparato respiratorio
- L'apparato cardiovascolare
- L'apparato emopoietico e il sangue circolante
- L'apparato muscolare
- I sistemi di regolazione del metabolismo e dell'omeostasi

B. Fattori di rischio correlati al lavoratore

- **Età**
- **Sesso**
- **Stato di salute**
- **Grado di allenamento**

1. Età

I soggetti in età avanzata sono più suscettibili agli effetti dell'ipossia a causa della riduzione della capacità polmonare e della funzionalità cardiaca

2. Sesso

Non vi è uniformità tra i vari studi relativamente ad una maggiore prevalenza di patologie da alta quota in relazione al sesso

3. Stato di salute: patologie tipiche dell'alta quota

Particolare attenzione deve essere dedicata
all'anamensi positiva per:

- Mal di montagna acuto (AMS)
- Cefalea da alta quota
- Edema cerebrale da alta quota (HACE)
- Edema polmonare da alta quota (HAPE)
- Retinopatia da alta quota
- Tosse da alta quota

3. Stato di salute

A) Diabete

Sia nel DM tipo I, sia nel DM tipo II la presenza di danni d'organo e/o di complicanze è controindicazione assoluta alla permanenza e al lavoro in alta quota

B) Ipertensione

Non controindica di per se stessa il lavoro in alta quota, a condizione che venga confermato un buon compenso farmacologico dei valori pressori ed esclusa la presenza di insufficienza renale, retinopatia e cardiopatia ipertensiva che sono controindicazioni assolute

C) Cardiopatia ischemica

La presenza di cardiopatia ischemica non rappresenta una controindicazione assoluta al lavoro in alta quota; è necessario valutare la capacità funzionale cardiaca e di lavoro residua dopo 12 mesi dall'evento ischemico

3. Stato di salute

D) Broncopneumopatie

L'asma bronchiale su base allergica può beneficiare del soggiorno in alta quota, poiché molti agenti sensibilizzanti (acaro della polvere in particolare) non si trovano sopra i 1800 m. Aumenta invece il rischio di broncospasmo se il fattore scatenante le crisi è il freddo o lo sforzo fisico a sindrome delle apnee ostruttive del sonno è peggiorata dall'ipossia: nei soggetti affetti è assolutamente controindicato il lavoro oltre i 2500-3000 m di quota

Nelle pneumopatie bollose, per maggior rischio di pneumotorace, sono controindicati i lavori in alta quota e le rapide oscillazioni di quota

E) Patologie oculari

Malattie retiniche , complicanze retiniche di patologie sistemiche e il glaucoma controindicano il soggiorno e il lavoro in alta quota

3. Stato di salute

F) Malattie dell'apparato digerente

Rappresentano una controindicazione assoluta al soggiorno in alta quota: l'ulcera gastrica e duodenale, per il maggior rischio di sanguinamenti; l'epatite virale acuta e cronica, che possono avere un decorso peggiore ed una più elevata mortalità.

G) Malattie del sangue

La sideropenia, con o senza anemia manifesta, va corretta prima del soggiorno per l'aumentato fabbisogno di Fe in alta quota. L'anemia drepanocitica rappresenta una controindicazione assoluta, mentre altre emoglobinopatie vanno valutate singolarmente. Nelle coagulopatie va considerato il possibile effetto pro trombotico dell'ipossia.

La TAO non rappresenta una controindicazione assoluta ma va subordinata a controlli più frequenti dell'INR.

3. Stato di salute

H) Malattie neurologiche

emicrania: non rappresenta una controindicazione assoluta anche se in alta quota la frequenza e l'intensità delle crisi possono aumentare. E' necessaria un'accurata valutazione del paziente con emicrania con aura a causa dell'incremento del rischio di cerebrovasculopatie.
L'emicrania non responsiva al trattamento farmacologico rappresenta una controindicazione al lavoro in alta quota

epilessia: la letteratura non evidenzia una maggiore insorgenza di crisi comiziali in alta quota, ma è plausibile che l'ipossia e l'ipocapnia possano fungere da fattore scatenante

Lavoro in alta quota: controindicazioni assolute (I)

- **Gravidanza ed allattamento fino a 3 mesi dopo il parto**
- **Diabete mellito tipo I e tipo II complicato**
- **Ipertensione arteriosa associata a cardiopatia ipertensiva con FEVS $\leq 45\%$**
- **Cardiopatia ischemica di recente insorgenza (< 12 mesi) o con test provocativi positivi per ischemia inducibile o complicata da scompenso cardiaco**
- **Aritmie ventricolari ripetitive**
- **Valvulopatia aortica o stenosi mitralica di grado moderato/severo**
- **Insufficienza mitralica severa**
- **Preumopatie bollose (enfisema), pneumopatie ostruttive e restrittive moderate-severe**
- **Insufficienza respiratoria**
- **Ipertensione polmonare (> 35 mmHg)**

Lavoro in alta quota: controindicazioni assolute (II)

- **Obesità grave (BMI > 35 Kg/m²), sindrome metabolica, OSAS**
- **Insufficienza renale cronica (clearance della creatinina < 90 ml/m)**
- **Glaucoma e retinopatie (anche secondarie)**
- **Neoplasie di recente insorgenza e/o in trattamento**
- **Coagulopatie non trattate, pregresse TVP / TEP recidivanti non secondari, terapia anticoagulante in atto**
- **Cerebrovasculopatie recenti o con esiti invalidanti**
- **Emicrania non responsiva ai farmaci**
- **Epilessia ed altre malattie neurologiche (sclerosi multipla, Parkinson, neuropatie, miopatie)**
- **Malattie psichiatriche non compensate**
- **Emoglobinopatie e gravi anemie refrattarie alla terapia**
- **Epatiti acute o epatiti croniche (Child-Plug B e C)**
- **Patologia ulcerativa gastroenterica (UG, UD, RCU)**
- **Precedente episodio di HAPE o HACE**

C. Fattori di rischio correlati all'attività lavorativa

- **Grado di impegno fisico e di dispendio energetico richiesto**
- **Dispositivi di protezione individuale (DPI) utilizzati**
- **Concomitante esposizione ad altri fattori di rischio (di natura fisica e/o chimica)**

Il MET (Equivalente Metabolico)

In condizioni di riposo il VO_2 è in media 3,5 ml/min/kg
Tale valore viene definito equivalente metabolico o MET

Misura l'intensità assoluta di un esercizio fisico

Viene espresso come consumo energetico di una attività

Dipende dal peso corporeo e dalla durata dell'esercizio

A seconda del dispendio energetico espresso in METs le attività fisiche possono così essere classificate:

< 3 METs: intensità lieve

3-6 METs: intensità medio-moderata

6-8 METs: intensità medio-elevata

> 9 METs: intensità massimale

Il $\text{VO}_{2\text{max}}$ (Massimo consumo di O_2)

- E' il consumo di O_2 ottenuto in corso di attività fisica strenua
- Si raggiunge quando all'aumento del carico di lavoro non corrisponde un ulteriore aumento di VO_2 (curva al plateau)
- Rappresenta la massima capacità di lavoro aerobico
- Può essere espressa in valori assoluti (l/min) o in relazione al peso corporeo (ml/kg/min)

Il dispendio energetico

- **E' la quantità di energia chimica necessaria allo svolgimento di un lavoro**
- **Può essere misurato dalla quantità di O₂ consumato**
- **Per ogni attività di lavoro dovrebbe essere misurato con specifici studi ergometrici, ma nella pratica può essere ricavato (come valore di «stima») da apposite tabelle presenti in letteratura**

Consumo energetico per determinate attività lavorative

Intensità	METs	KCal	Attività
- Molto leggera	< 3	< 4	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Stare seduti (attività impiegatizie)</u> - <u>Stare in piedi (commesso in un negozio)</u> - Guidare un autocarro - Manovrare una gru
- Leggera	3 - 5	4 - 6	<ul style="list-style-type: none"> - Riempire scaffali (con oggetti leggeri) - Eseguire lavori leggeri di carpenteria - Assemblare macchinari - Riparare automobili
- Moderata	5 - 7	6 - 8	<ul style="list-style-type: none"> - Eseguire lavori di muratura esterna - Spalare terra - Montare un pneumatico
- Pesante	7 - 9	8 - 10	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Lavorare come fuochista</u> - Scavare un fossato - <u>Scavare e spalare terra o neve</u>
- Molto pesante	> 9	> 10	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Lavorare come taglialegna</u> - <u>Lavorare come manovale in cantiere</u>

Confronto fra valutazione clinica del lavoratore e analisi occupazionale dell'attività svolta

Sono necessari criteri valutativi mutuati dalla fisiologia del lavoro e dalla cardiologia riabilitativa:

- **Un soggetto può svolgere per 6-8 h continuative un'attività lavorativa con VO₂ pari al 35-40% del massimo consumo di ossigeno (PCRIT) e valori di picco inferiori a 2/3 della VO₂ max raggiunta al test ergospirometrico**
- **L'idoneità può essere concessa solo se la capacità di lavoro del paziente/lavoratore è almeno il doppio della richiesta energetica dell'attività lavorativa da svolgere**

Dispendio energetico ed alta quota

- Fino a 1500 m non si ha riduzione del massimo consumo di ossigeno (capacità aerobica massima)
- **Successivamente VO₂ max diminuisce in modo lineare di circa il 10% per ogni 1.000 m di quota**
- La riduzione della massima potenza aerobica si verifica in ugual misura in soggetti allenati e non
- Per un individuo ben allenato, uno sforzo in quota risulti comunque meno faticoso in quanto **lo stesso carico di lavoro può essere sostenuto con un consumo di O₂ pari ad una frazione inferiore del VO₂max**

C. Fattori di rischio correlati all'attività lavorativa

- **Grado di impegno fisico e di dispendio energetico richiesto**
- **Dispositivi di protezione individuale (DPI) utilizzati**
- **Concomitante esposizione ad altri fattori di rischio (di natura fisica e/o chimica)**

DPI (Dispositivi di protezione individuali) ed attività lavorativa ad alta quota

D. Lgs. 81/08 (Art.74): DPI: qualsiasi attrezzatura destinata ad essere indossata o tenuta dal lavoratore affinché sia protetto da uno o più rischi suscettibili di minacciarne la sicurezza e la salute durante il lavoro, nonché ogni complemento o accessorio destinato a tale scopo.

DPI per le vie respiratorie (AVPR): classificati in categoria III: DPI di progettazione complessa destinati a proteggere contro rischi mortali o irreversibili che la persona non può identificare in tempo utile per salvarsi e soggetti a procedura di addestramento obbligatorio.

AVPR: Classificazioni

Morfologico – Strutturale:

Maschera intera (copre tutto il viso)

Semimaschera (copre naso e bocca)

Facciale filtrante con filtro incorporato

Facciale filtrante con valvola di espirazione

Funzionale

A filtro: dipendenti dall'atmosfera circostante. Si distinguono in Antipolvere, Antigas e combinati.

Isolanti: forniscono gas respirabile da una sorgente alternativa.

Si utilizzano in caso di:

- pO_2 aria ambiente < 17%
- Conc. di contaminanti superiori ai limiti per respiratori a filtro
- Sostanze inodore o con soglia olfattiva maggiore del TLV-TWA
- Contaminanti di natura e/o concentrazione non nota
- Contaminanti pericolosi anche per brevi esposizioni

Si distinguono a loro volta in non autonomi ed autonomi (con respiratore).

C. Fattori di rischio correlati all'attività lavorativa

- **Grado di impegno fisico e di dispendio energetico richiesto**
- **Dispositivi di protezione individuale (DPI) utilizzati**
- **Concomitante esposizione ad altri fattori di rischio (di natura fisica e/o chimica)**

Specifici fattori di rischio occupazionali legati all'attività lavorativa

- Fattori chimici di rischio
- Fattori fisici di rischio
- Fattori organizzativi di rischio
- **Agenti professionali esogeni e apparato respiratorio**
- **Agenti professionali esogeni e apparato cardiocircolatorio**
- **Agenti professionali esogeni e apparato emopoietico**

Specifici fattori di rischio occupazionali legati all'attività lavorativa

Agenti professionali esogeni ed apparato respiratorio

Fattori di rischio chimico

- **Polveri e fibre inorganiche (polveri silicee, fibre di vetro, ecc.)**
- **Polveri organiche**
- **Gas e vapori, fumi (fumi di saldatura, vapori di solventi, vapori di acidi o agenti irritanti, ecc.)**

Fattori di rischio fisico

- **Radiazioni ionizzanti**
- **Variazioni della pressione barometrica**
- **Accelerazioni**

Specifici fattori di rischio occupazionali legati all'attività lavorativa

Agenti professionali esogeni ed apparato cardiocircolatorio

Fattori di rischio chimico

Monossido di carbonio: Induce ipossiemia, edema polmonare con ritardo della diffusione, azione istotossica generale, effetto miocardiotoxico potenziato dall'affaticamento

Piombo: Effetto coronaro-lesivo diretto e indiretto (ipertensione, vasculopatia sclerotica, spasmo muscolatura liscia. Il *piombo tetraetile* ha azione inotropica positiva e cronotropica negativa, e causa extrasistolia, blocco atrioventricolare ed aumento del Q-T.

Solfuro di carbonio: Ipertono arteriolare, con evoluzione sclerodegenerativa; all'ECG possibile bradicardia sinusale con allungamento intervallo PR; azione miocardiolesiva per effetto antimetabolico, ipertensivo e vagale, e per azione dismetabolica.

Specifici fattori di rischio occupazionali legati all'attività lavorativa

Agenti professionali esogeni ed apparato emopoietico

Agenti con azione sul midollo osseo

Benzene e solventi: mielotossicità e neurotossicità. Aumentata incidenza di sdr. Mielodispastiche e mieloprolifratrice.

Radiazioni: possono indurre effetti biologici a seconda della dose totale assorbita, della modalità di esposizione (dose unica, dosi multiple e frazionate ecc.) e del tipo di radiazione. Aumentata incidenza di sdr. Mielodispastiche e mieloprolifratrice.

Tritolo, Arsenico, Eteri del glicole etilenico: possibile associazione con aplasia midollare

Insetticidi: piastrinopenia da 2,2-diclorodimetil fosfato, piretro, esaclorocicloesano e DDT

Piombo: anemia saturnina da esposizione cronica

Specifici fattori di rischio occupazionali legati all'attività lavorativa

Agenti professionali esogeni ed apparato emopoietico

Agenti con azione sull'emoglobina

Possono provocare la formazione di:

Metaemoglobina: molecola in cui il Ferro è in forma Fe^{3+} , incapace di trasportare O_2 ; provoca spostamento a sinistra della curva di dissociazione dell'Hb. Causata da **Anilina, Nitriti e Nitrati, Sali di Cl.**

Sulfoemoglobina: molecola di Hb non funzionante, con un atomo di zolfo legato a ciascun gruppo eme-porfirinico

Corpi di Heinz: alterano la pompe ioniche di membrana con aumento della permeabilità di parete e lisi osmotica cellulare

Carbossiemoglobina: molecola di Hb in cui il ferro dell'eme è legato al CO ed è incapace di trasportare ossigeno. La presenza di COHb determina uno spostamento della curva di dissociazione dell'Hb verso sinistra

Accertamenti clinico strumentali per la valutazione dell'idoneità

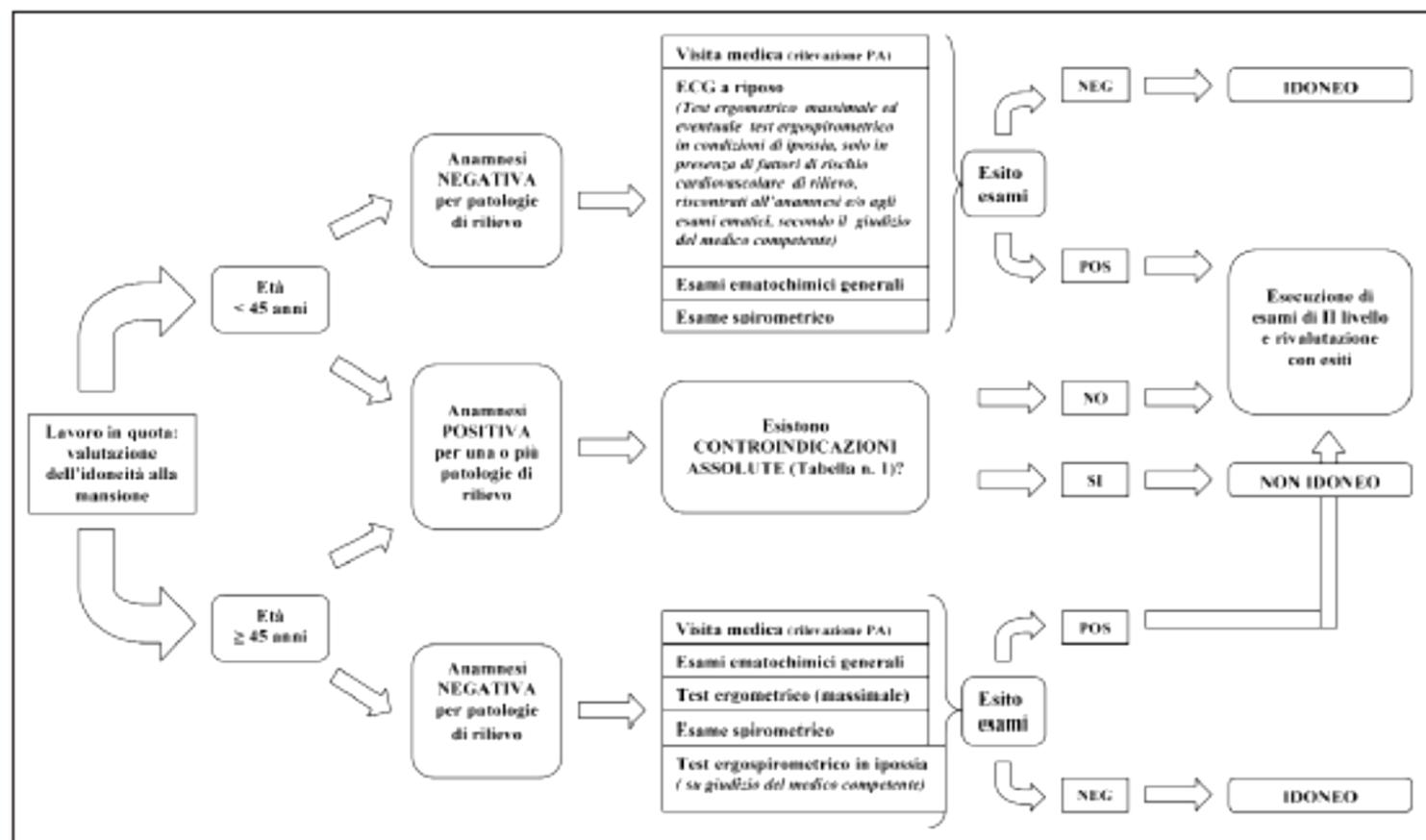
Protocollo da Linee guida SINEM-ALMLII

- **Visita medica generale**
- **Esami ematochimici generali (periodicità annuale)**
- **Esame spirometrico (periodicità annuale)**
- **ECG basale sotto 45 anni di età (periodicità annuale)**
- **Test ergometrico sopra 45 anni di età (periodicità triennale)**
- **Test ergometrico anche sotto 45 anni di età in presenza di dati anamnestici positivi (periodicità triennale)**

ACCERTAMENTI DI APPROFONDIMENTO

- **Ecocardiografia transtoracica**
- **ECG dinamico secondo Holter**
- **Test cardiopolmonare in condizioni di ipossia (sempre eseguibile secondo il giudizio del Medico Competente e sulla base della storia clinica e anamnestica del lavoratore)**

7. Flow-charts dei percorsi decisionali di elaborazione del giudizio di idoneità al lavoro in alta quota



Flow-chart I. Valutazione dell'idoneità di lavoro in alta quota

Test cardiopolmonare in condizioni di ipossia

- Simula un'altitudine di 4800 m (FiO₂ 11,5%).
- Durante il test vengono misurati 3 parametri : **frequenza cardiaca, frequenza respiratoria, saturazione d'ossigeno, ventilazione**
- Da questi si costruiscono le 5 variabili per l'interpretazione del test: **risposta ventilatoria e cardiaca all'ipossia, desaturazione a riposo e all'esercizio, frequenza respiratoria**
- Se almeno 2 variabili su 5 sono alterate è maggiore la probabilità di andare incontro a malattie d'alta quota
- La **variabile con significato predittivo maggiore è rappresentata dalla desaturazione all'esercizio: una sua alterazione comporta l'80% di rischio di sviluppare male acuto di montagna severo o sue complicanze**

Giuseppe Taino¹, Guido Giardini², Oriana Pecchio³, Marco Brevi⁴, Marco Giorgi⁴, Marina Giulia Verardo⁵, Enrico Detragiache⁵, Marcello Imbriani⁶

Il lavoro in alta quota: nozioni di fisiopatologia, fattori di rischio, sorveglianza sanitaria e criteri per l'elaborazione del giudizio di idoneità

¹ Unità Operativa Ospedaliera di Medicina del lavoro - IRCCS Fondazione Salvatore Maugeri, Pavia

² Società Italiana di Medicina di Montagna - Azienda Ospedaliera di Aosta

³ Società Italiana di Medicina di Montagna

⁴ Scuola di Specializzazione in Medicina del Lavoro - Università degli Studi di Pavia

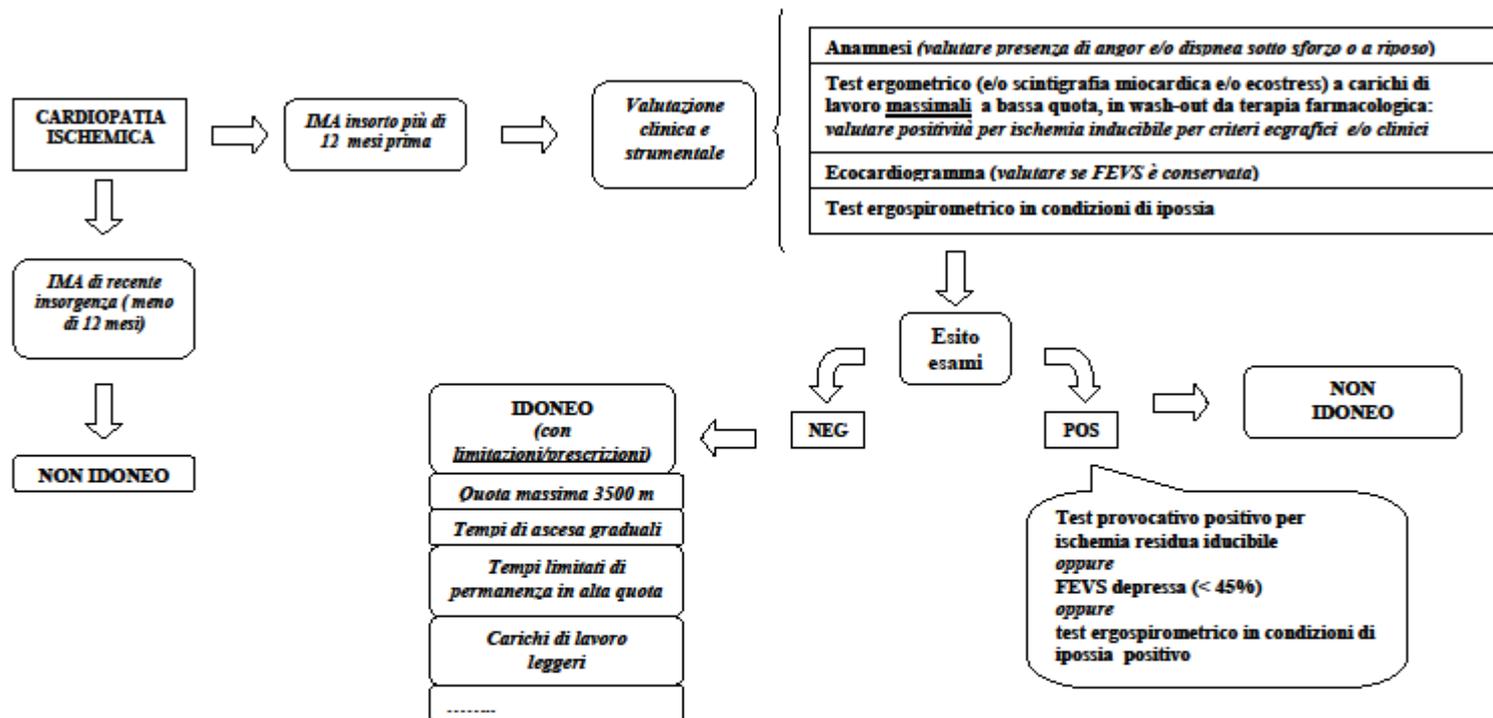
⁵ Medicina del Lavoro - AUSL di Aosta

⁶ Dipartimento di Sanità Pubblica, Neuroscienze, Medicina Sperimentale e Forense - Università degli Studi di Pavia - Unità Operativa Ospedaliera di Medicina del lavoro - IRCCS Fondazione Salvatore Maugeri, Pavia

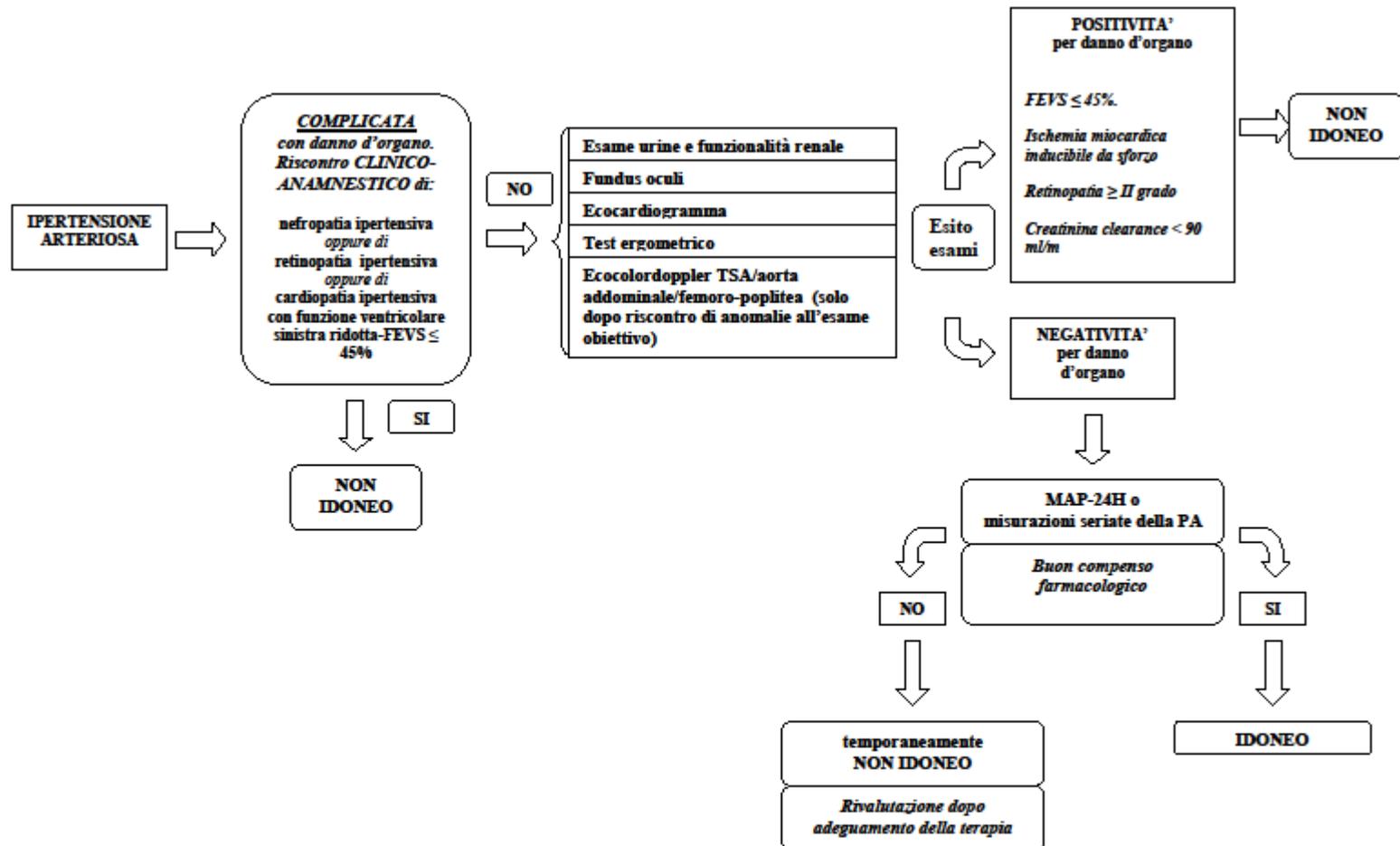
**G. TAINO, G. GIARDINI, O. PECCHIO,
M. BREVI, M. GIORGI, M.G. VERARDO,
E. DETRAGIACHE, M. IMBRIANI**

**Il lavoro in alta quota:
nozioni di fisiopatologia, fattori
di rischio, sorveglianza sanitaria
e criteri per l'elaborazione
del giudizio di idoneità**

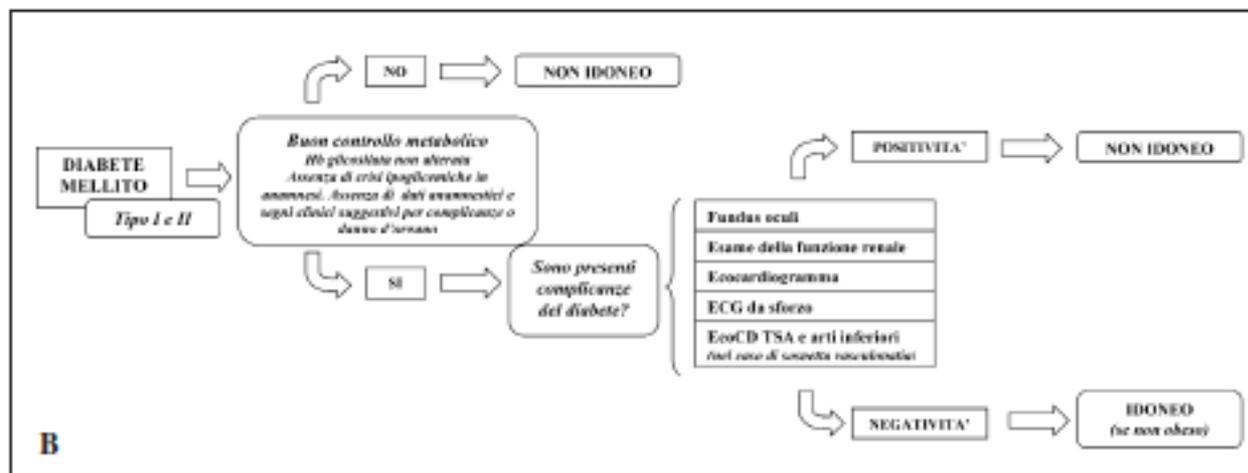
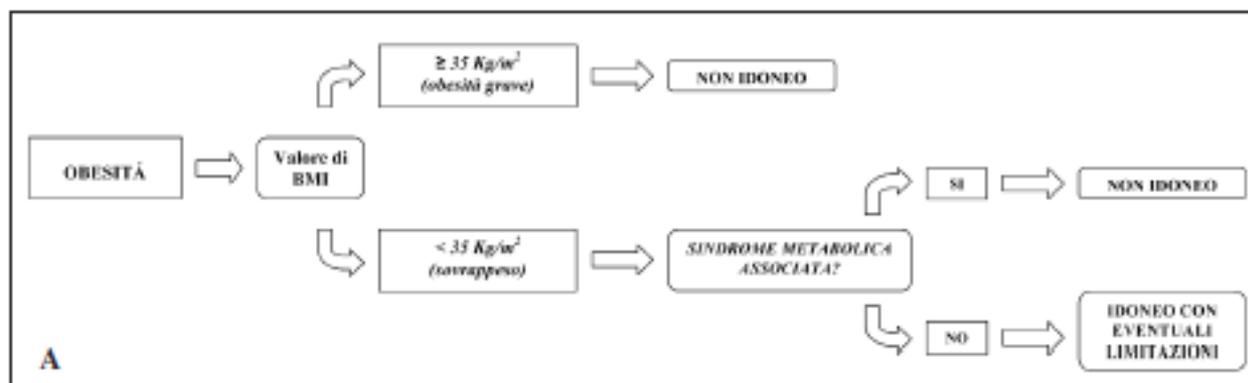
(Estratto)



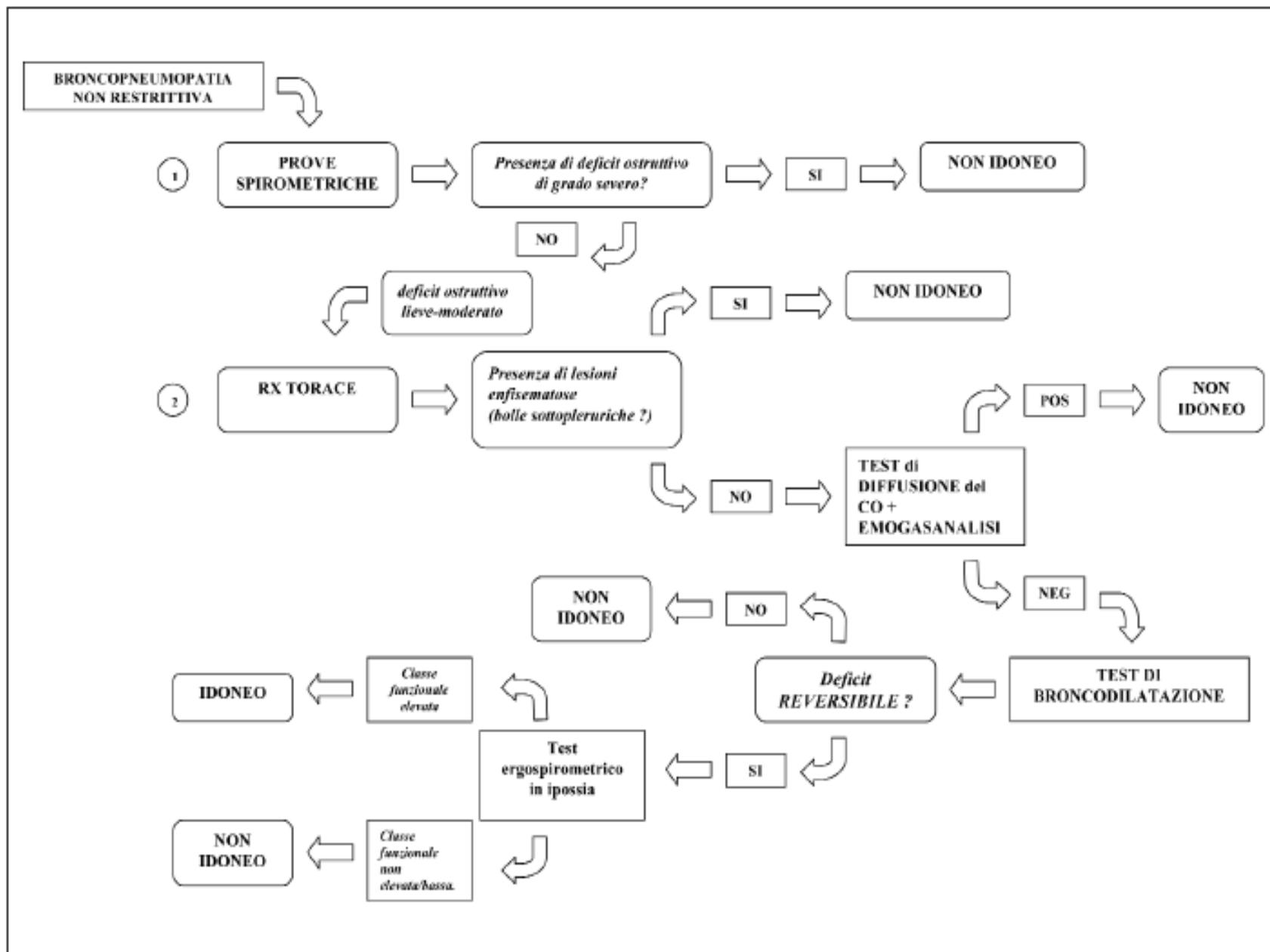
Flow-chart V – Cardiopatia ischemica e lavoro in alta quota



Flow-chart III – Iperensione arteriosa e lavoro in alta quota



Flow-chart Na e Nb. *Obesità, diabete mellito e lavoro in alta quota*



Flow-chart VI. Broncopneumopatia non restrittiva e lavoro in alta quota

Il lavoro nel cantiere sul Monte Bianco



Grazie dell'attenzione!