

SESSIONE III

**INDAGINI IGIENICO-AMBIENTALI:
INQUINANTI CHIMICI**

Rilievi fisiologici, in rapporto al sovraccarico calorico, negli operai di una vetreria

D. ZANNINI, T. VALENTE, L. PANE e U. CHIAPPERINI

Istituto di Medicina del Lavoro dell'Università di Genova

INTRODUZIONE

Nell'ambito di un'indagine ambientale eseguita presso una vetreria, nel prendere in esame le condizioni microclimatiche degli ambienti di lavoro, sono stati adottati tra i possibili indici di stress termico, la temperatura effettiva corretta (TEC), raccomandata dall'Organizzazione Mondiale della Sanità, e l'indice di temperatura a bulbo umido e globotermometro (WBGT), raccomandata dalla Conferenza degli Igienisti Industriali Americani.

Per verificare il comportamento fisiologico degli operatori esposti alle particolari condizioni microclimatiche esistenti, gli indici di predizione sono stati associati ad alcune prove di tipo biologico rappresentate dalla frequenza cardiaca, dalla temperatura corporea e dal ricambio idrico.

Il ciclo tecnologico dello Stabilimento prevede la dosatura e miscelazione delle materie prime, la loro fusione in appositi forni, il frazionamento della massa fusa in gocce che vengono inviate agli stampi per la formatura di bottiglie di forme e dimensioni diverse. Quindi si ha la ricottura, la cernita e l'imballaggio.

METODI DI INDAGINE

I rilievi microclimatici (temperature a bulbo asciutto e umido, naturali e ventilate, globotermometro e velocità dell'aria) sono stati eseguiti tramite un'apparecchiatura portatile della L.S.I. di Milano. I rilievi fisiologici sono stati effettuati su un totale di 8 operatori distribuiti su due turni e hanno riguardato la determinazione manuale della frequenza cardiaca, della temperatura corporea orale ed il ricambio idrico. La frequenza cardiaca e la temperatura orale sono state determinate all'inizio e alla fine del turno ed all'inizio e alla fine di ciascuna operazione. Il ricambio idrico è stato determinato secondo la formula di Mac Pherson modificata [1].

RISULTATI DELL'INDAGINE AMBIENTALE

Le rilevazioni microclimatiche sono state eseguite in 29 posizioni di lavoro; gli indici di stress termico calcolati per ciascuna delle posizioni sono variati, per quanto riguarda i forni, da 23 °C a 35 °C per la TEC e da circa 22 °C a 39,7 °C per la WBGT; per quanto riguarda le posizioni relative alle macchine la TEC è variata da 15 °C a 34 °C, mentre per la WBGT i valori riscontrati oscillano da 16 °C a 35,5 °C. La retta di regressione ottenuta correlando i due indici, ha mostrato un'alta significatività (Fig. 1). Da una stima obiettiva del carico lavorativo e dal confronto con le tabelle del di-

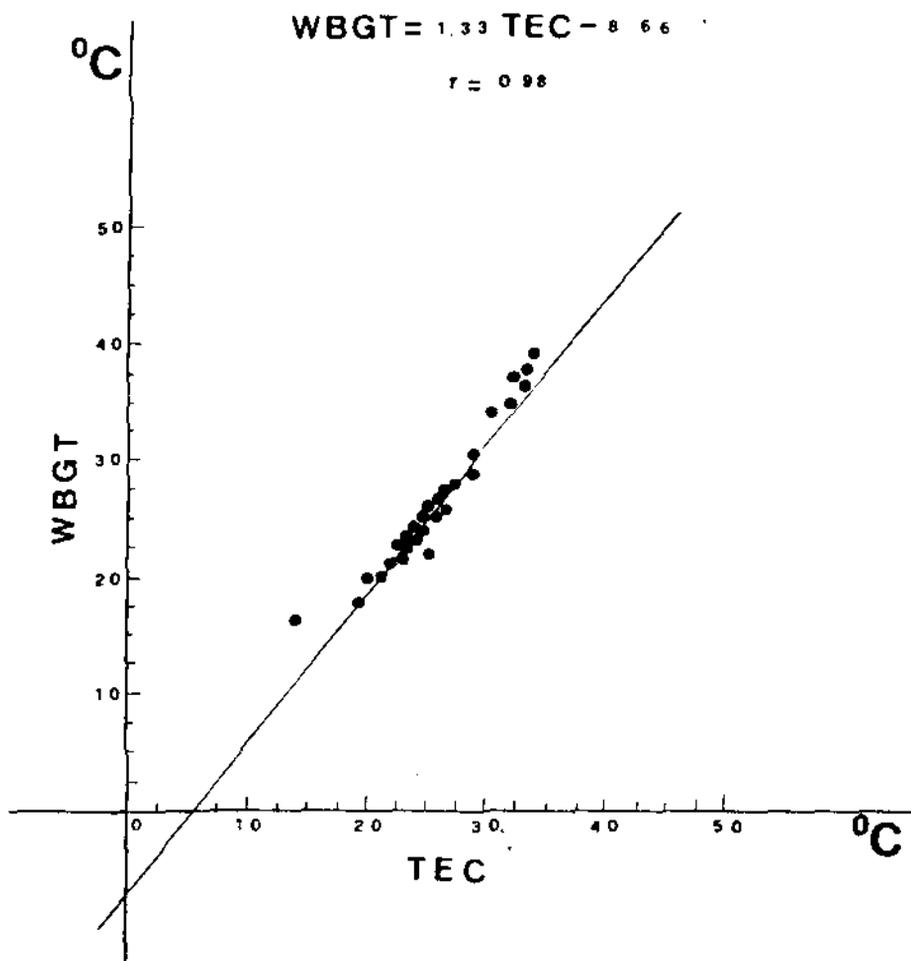


Fig. 1. — Retta di regressione TEC/WBGT.

spendio energetico a disposizione in letteratura [2], il lavoro svolto è stato valutato come di leggera o media entità. Confrontando i dati ottenuti con i limiti tollerabili si ottengono due distribuzioni notevolmente diverse fra loro: in particolare per la WBGT, stimando il lavoro come leggero, si ottiene che il 24 % dei posti è inaccettabile per un lavoro continuato, mentre nel secondo caso si ha il 41 %. Inoltre, in tutti i casi il 21 % delle posizioni risulta intollerabile anche per soli 15 minuti di esposizione. Si è pertanto reso necessario il calcolo delle WBGT medie ponderate [3] che sono risultate entro i limiti massimi tollerabili anche per un lavoro continuo di media entità, variando da un minimo di 23,6 °C ad un massimo di 29,5 °C.

RISULTATI DELL'INDAGINE FISIOLOGICA

Per quanto riguarda il ricambio idrico, la perdita di liquidi riscontrata, espressa in g/h, è risultata sensibilmente inferiore a 0,5-1 l/h, valori che possono essere considerati, tenendo conto della variabilità individuale, come massimi di tollerabilità (Tab. 1). Le frequenze del polso, indice di impegno metabolico e omeostatico, sono risultate inferiori di circa 10 p/m, valori che indicano condizioni di lavoro generalmente poco stressanti per gli operatori (Fig. 2). In alcuni casi si sono riscontrati valori che potrebbero essere ritenuti elevati per un lavoro continuato, ma tollerabili per esposizioni inferiori a 15 minuti, come nel nostro caso.

TABELLA 1

Perdita di liquidi negli otto operatori esaminati

OPERATORI	Absoluta (g)	Oraria (g/h)	Relativa (g/m ² , h)
<i>Macchine:</i>			
F.V.	2.680	335	172
B.P.	1.710	214	119
D.S.	2.141	268	144
P.G.	1.325	166	100
C.G.	1.080	135	61
O.L.	2.325	291	150
<i>Forni:</i>			
B.G.	1.665	208	120
T.G.	1.150	144	71

La valutazione del benessere termico nell'ambiente di lavoro: possibilità di oggettivazione analitica della risposta media dei lavoratori (*)

G. CASCIANI e G. RIPANUCCI

Consulenza Tecnica Accertamento Rischi Professionali, INAIL, Roma

RIASSUNTO

La conoscenza più accurata possibile di tutti i parametri significativi, fisici e fisiologici, che determinano la sensazione termica del lavoratore, consente di impostare una bonifica ambientale corretta e centrata, soprattutto se confortata dal responso valutativo del lavoratore stesso.

Sono stati considerati 658 operai appartenenti a varie industrie di diversi settori industriali, divisi in 76 gruppi stimati termicamente omogenei (lavoratori che, nello stesso ambiente, con lo stesso vestiario, eseguono le medesime operazioni).

L'ipotesi di lavoro prende le mosse dalla constatazione che spesso incerto, spesso di difficile valutazione, spesso indicato in letteratura con valori contrastanti è uno dei principali parametri di valutazione: « il dispendio energetico medio di gruppo ». Si cerca di superare la difficoltà utilizzando la risposta soggettiva media fornita dai lavoratori (SMV).

Dall'equazione di Fanger:

$$PMV = f(M/A_{DU} - I_{cl} - t_a - p_a - m_{rt} - v),$$

ponendo $PMV = SMV$, è possibile ricavare M/A_{EU} , dispendio energetico medio, che viene lasciato come unica incognita. Accertata l'esistenza di una buona correlazione tra PMV ed SMV , i nuovi valori del dispendio energetico calcolati sono stati tuttavia analizzati criticamente e revisionati.

(*) Questo lavoro è in corso di stampa, per esteso, sul « Giornale degli Igienisti Industriali » (1980).

Poiché infine molti dei 76 gruppi di lavoratori interessati risultavano eseguire attività o mansioni assolutamente simili, si sono effettuati degli accorpamenti, individuando così 34 « lavorazioni tipo », per le quali si forniscono i valori del dispendio energetico medio risultante dal nostro modo di operare.

PMV (« predicted mean vote »): calcolo del costo metabolico del lavoro e confronto con alcuni indici di stress calorico

**G. FABRI (a), B. SPERDUTO (a), O. MASCI (a), G. GIANELLO (a), P. BERNARDINI (a)
e M. LUCENTE (b)**

(a) *Istituto di Medicina del Lavoro dell'Università Cattolica, Roma*

(b) *Cattedra di Fisiopatologia Cardiocircolatoria della Università Cattolica, Roma*

Il PMV (*predicted mean vote*) di Fanger [1] si è dimostrato molto utile come indice termico, sia perché ben correlato con la soggettività dei lavoratori [2], sia perché permette di valutare in maniera quantitativa le variazioni da apportare ai parametri microclimatici ambientali per avvicinarsi quanto più possibile al benessere termico.

Nel calcolo dell'indice di Fanger una delle variabili di più difficile misurazione è il costo metabolico del lavoro. In un'indagine eseguita in una fabbrica di pneumatici abbiamo utilizzato tre metodiche per tale misura applicandole a due posizioni di lavoro (vulcanizzazione e costruzione di pneumatici).

Il costo metabolico del lavoro è stato desunto in un primo tempo dalle tabelle disponibili in letteratura [1, 3]. I valori così ottenuti sono approssimativi e servono di orientamento, in quanto le tabelle offrono solo alcuni esempi e non coprono tutte le attività lavorative. In base a queste indicazioni il costo metabolico delle mansioni di vulcanizzazione e costruzione pneumatici si aggirava intorno a 140 Kcal/m²/ora.

La seconda metodica applicata ha previsto la scomposizione del ciclo lavorativo in azioni elementari ed il calcolo del costo metabolico di ogni singola azione mediante equazioni sperimentali, riportate in letteratura [4, 5]. La stima del costo metabolico del lavoro con questa metodica è più precisa, ma anche molto più indaginosa; infatti prevede l'osservazione diretta del lavoratore per lunghi periodi di tempo, l'analisi minuziosa dei movimenti, delle posture assunte, dei carichi trasportati, delle forze applicate, degli spostamenti, delle pause, con i relativi tempi. Abbiamo così ottenuto una stima precisa delle singole azioni, in quanto non risultano influenzate dai ritmi di lavoro, pause, ecc.; ma per ottenere una stima del carico medio globale della mansione sarebbe necessario un campione molto ampio e ripetere

più volte le osservazioni. Il costo metabolico medio globale così ottenuto è stato di 3,6 Kcal/min alla vulcanizzazione e di 3,8 Kcal/min alla costruzione pneumatici. Per singole operazioni i valori trovati sono molteplici; ad esempio per il trasporto di carrelli carichi di pneumatici, abbiamo trovato un valore netto di 9,3 Kcal/min e per il trasporto a mano di due pneumatici un valore di 2,7 Kcal/min.

Infine una misura diretta del costo metabolico del lavoro l'abbiamo ottenuta mediante la registrazione in continuo della frequenza cardiaca durante tutto il turno di lavoro con apparecchio « Holter » [6].

Abbiamo utilizzato alcuni volontari dei due reparti in esame, i quali, prima di essere avviati al proprio reparto di produzione, sono stati tenuti a riposo per mezz'ora in infermeria, per ottenere una stima della frequenza cardiaca di base. Questi soggetti hanno poi svolto le normali operazioni della giornata, annotando scrupolosamente su un taccuino tutte le pause, gli intervalli per il pasto, e tutte le operazioni che in qualche modo uscivano dall'usuale o non erano ripetitive, come ad esempio il trasporto di un carrello di pneumatici, l'intervento straordinario su una macchina, con i rispettivi orari.

Durante la lettura del nastro abbiamo così potuto confrontare le variazioni della frequenza cardiaca, con le operazioni lavorative effettuate in quello stesso periodo di tempo, con sufficiente precisione. In particolare abbiamo potuto osservare come per operazioni particolarmente gravose, quali il trasporto di un carrello pieno, la frequenza cardiaca aumenti fino a 120-130 battiti al minuto. Durante la lettura del nastro abbiamo anche registrato la frequenza cardiaca ad intervalli regolari di dieci minuti e tutti i valori di punta, per ricavare un grafico delle variazioni della frequenza cardiaca. Infine abbiamo ottenuto dal decodificatore il valore medio della frequenza cardiaca di ora in ora.

La frequenza cardiaca è tuttavia una misura indiretta del carico metabolico (in teoria occorrerebbe conoscere il consumo di ossigeno); è tuttavia dimostrata una correlazione lineare tra incremento della frequenza cardiaca e del consumo di ossigeno, che può variare però da individuo a individuo, in rapporto sia alla frequenza cardiaca di base che alla massima capacità aerobica del soggetto. Per cogliere queste differenze individuali i soggetti esaminati sono stati anche sottoposti a una prova ergometrica al cicloergometro, secondo un protocollo indicato da Astrand [3].

Si rileva dall'osservazione delle rette di regressione, che per mancanza di spazio non vengono riportate che, per un dato carico metabolico, il valore limite del WBGT proposto della ACGIH e della TEC proposto dall'OMS, cadono su valori di PMV compresi tra + 2 e + 3.

Come è noto però il PMV è un indice ricavato per il controllo delle condizioni di comfort negli ambienti di lavoro e la sua migliore precisione si ha

nell'intorno del benessere termico che nella scala psico-fisica della ASHARAE corrisponde allo zero. Lo stesso Fanger infatti avverte che per valori superiori a + 2 il calcolo potrebbe dare dei risultati non più molto precisi. Negli ambienti di lavoro però difficilmente si realizzano le condizioni di comfort, mentre spesso ci si imbatte in situazioni vicine allo stress. Ci è parso quindi utile verificare quale potesse essere il valore del PMV correlabile con i limiti di stress e utilizzare questo indice per la sua valutazione.

BIBLIOGRAFIA

1. FANGER, P. O. 1970. *Thermal Comfort*. Danish Technical Press, Copenhagen. Republished by McGraw-Hill Book Co., New York., 1973.
2. FABRI, G., MASCI, O. & SPERDUTO, B. 1978. Confronto tra l'indice PMV (predicted mean vote) di Fanger e la valutazione soggettiva del microclima in lavoratori dell'industria tessile. *Ann. Ist. Super. Sanità*. 14: 565-570.
3. ASTRAND, P. O. & RODAL, K. 1977. *Textbook of Work Physiology*, McGraw-Hill Book Company.
4. GARG, A. CHAFFIN, B. D. & HERRIN, G. D. 1978. Prediction of metabolic rates for manual materials handling jobs. *Am. Ind. Hyg. Ass. J.* 39: 661-674.
5. GIVONI, B. & GOLDMAN, R. F. 1971. Predicting metabolic energy cost. *J. Appl Physiol.* 30: 429-433.
6. FRIMAT, P., FURON, D., LUEZ, G., CAILLARD, J. F., LABRIFFE, H. & DELÉPINE, P. 1978. Intérêt de l'électrocardiographie en continu en médecine du travail. *Arch. Mal. Prof.* 39: 587-605.

Rilievi di rumorosità nell'industria estrattiva

D. CASULA, S. ATZERI e S. ABIS
con la collaborazione di
M. CORSO

Istituto di Medicina del Lavoro dell'Università di Cagliari

In questo lavoro vengono presentati i primi risultati di un'indagine sul rumore nei cantieri minerari. I valori riportati sono riferibili, in linea di massima, ad altre miniere che utilizzino lo stesso metodo di coltivazione, per sottolivelli, e siano allo stesso livello tecnologico.

METODOLOGIA E STRUMENTAZIONI

Per le rilevazioni è stato utilizzato un fonometro tipo 2209 della Bruël & Kjaer equipaggiato da un microfono a condensatore da 1/2 pollice tipo 4183. Il segnale rilevato è stato registrato su un nastro magnetico per mezzo del registratore tipo 7004 della medesima ditta. Durante le rilevazioni il microfono è stato tenuto il più possibile in posizione analoga a quella dell'orecchio dell'operatore rispetto alla sorgente.

Le lavorazioni prese in considerazione sono state quelle della perforazione sui fronti di avanzamento della galleria, della perforazione verticale sulla soletta sovrastante la galleria e di marinaggio.

Nel primo caso in ogni fronte opera, di norma, una coppia di minatori che esegue il marinaggio del materiale abbattuto dalla volata precedente, prepara la volata successiva eseguendo un predeterminato numero di fori da mina, da 25 a 30 per una lunghezza di 1,5 m nei casi da noi osservati, carica, infine, l'esplosivo nei fori. Vengono utilizzate per il marinaggio autopale del tipo T2GH di dimensioni adeguate alla sezione delle gallerie, funzionanti ad aria compressa e manovrate manualmente dall'addetto disposto su un predellino laterale. Per la perforazione vengono impiegati perforatori ad aria compressa del tipo T21 della Montabert.

La perforazione verticale viene eseguita con un perforatore di dimensioni analoghe al precedente, montato, nei casi presentati, su un sostegno circolare e comandato dall'operatore a distanza. L'addetto esegue esclusivamente questa mansione; i fori eseguiti sono di lunghezza differente e l'avanzamento del fioretto è assicurato dall'aggiunta successiva di elementi modulari di asta.

Per il marinaggio, eseguito ai piedi della frana principale, vengono impiegate autopale di maggiori dimensioni, T4GH, comandate, per il carico, a distanza. Gli addetti a tale mansione operano in coppia e non eseguono alcuna altra lavorazione.

I campioni rilevati sono stati utilizzati per calcolare, di ognuno, il livello equivalente con fattore di esposizione $q = 3$ per mezzo del misuratore di dose di rumore tipo 4423 (B&K). L'insieme di questi valori parziali è stato impiegato per calcolare la media logaritmica pesata del livello equivalente per ogni lavorazione esaminata. Il rumore emesso dalle perforatrici T 21 è stato analizzato in frequenza in 1/3 d'ottava.

RISULTATI

Nella Tab. 1 sono riportati i valori del livello equivalente complessivo ed il campo di variazione osservato tra i vari campioni per le lavorazioni indicate.

TABELLA 1

Livello equivalente complessivo e suoi campi di variazione osservati per le lavorazioni descritte

	L. eq. dBA	L. eq. dBA min	L. eq. dBA max
Perforazione T21	108	101	116
Perforazione verticale	102	100	106
Marinaggio T2GH	106	104	109
Marinaggio T4GH	103	102	105

Nella Fig. 1 è riportato il grafico relativo ai livelli di pressione di banda ricavati dalle analisi in 1/3 di ottava del rumore emesso dalla perforatrice T 21.

COMMENTO

Dai dati riportati si deduce che i minatori che operano negli avanzamenti sono esposti ad un livello equivalente di 108 dBA durante la perforazione e ad uno di 106 dBA durante le fasi di marinaggio. Il rumore presenta importanti componenti alle alte frequenze nel caso delle perforatrici. I livelli di pressione di banda, in 1/3 di ottava, sono dell'ordine di 100-103 dBA tra i 1600 ed i 12.500 Hz centrobanda.

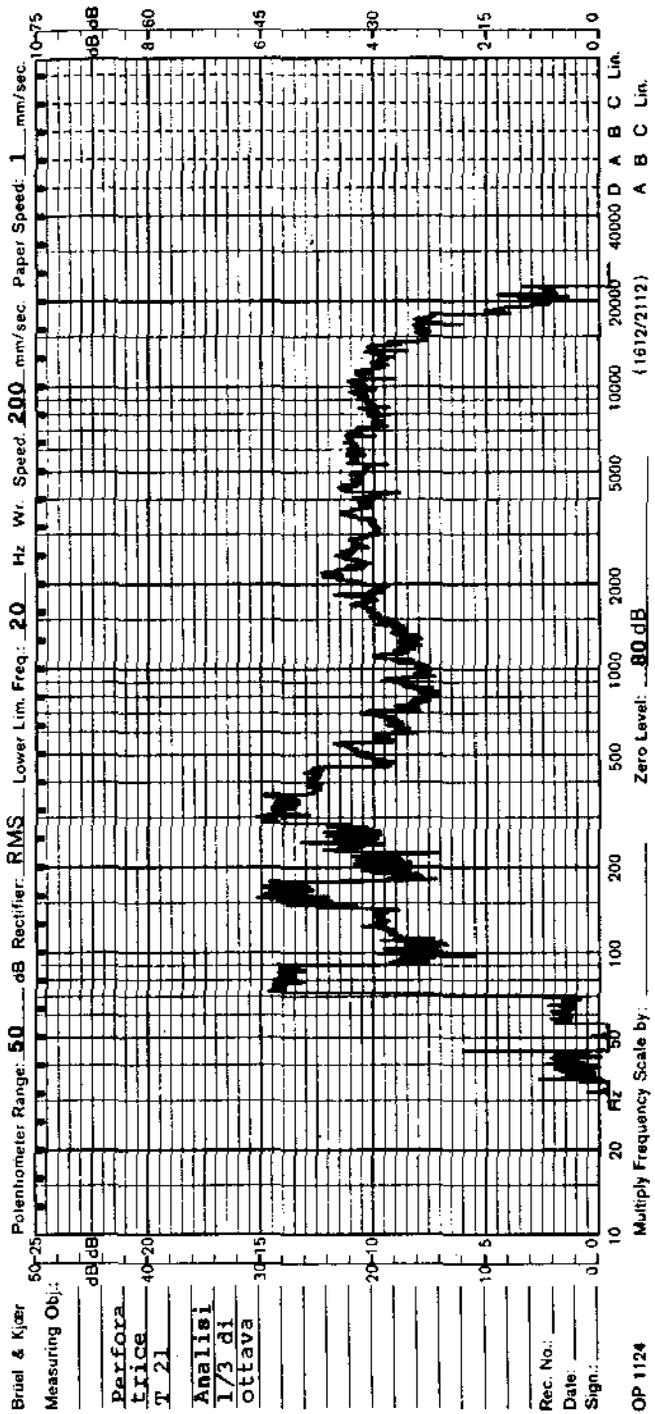


Fig. 1. — Analisi in frequenza in banda di 1/3 di ottava del rumore emesso da una perforatrice T21.

I tempi di esposizione, in condizioni normali, sono di circa due ore per ognuna delle operazioni. Esiste una pausa tra la fase di marinaggio e quella della perforazione, necessaria per approntare la perforatrice. All'interno delle due fasi non esistono pause significative a meno di fatti accidentali.

Il livello equivalente cui è esposto l'addetto alla perforazione verticale è risultato di 102 dBA. Il tempo di esposizione è dell'ordine di 4-5 ore. Esistono fasi di pausa durante questo arco di tempo legate all'inserimento dei moduli di asta o alla loro rimozione.

Gli addetti al marinaggio con autopala tipo T4GH risultano esposti ad un livello equivalente di 106 dBA per un tempo dell'ordine delle 5-6 ore. In questo arco di tempo non sono presenti significative interruzioni nei ritmi se non per fatti accidentali.

CONCLUSIONI

I risultati esposti pongono in evidenza l'elevato rischio di sordità cui sono esposti i minatori addetti alle principali mansioni produttive. Non si tratta di un fatto episodico; i valori da noi trovati, infatti, concordano con quanto emerso da esperienze simili condotte altrove [1-3]. Dalla nostra esperienza, inoltre, emerge come durante le fasi operative le pause siano praticamente inesistenti.

Da un punto di vista preventivo l'uso della cuffia antirumore appare come l'unica via realisticamente praticabile. L'uso di perforatori di tipo elettroidraulico non è attuabile in miniere di questo tipo. L'insonorizzazione delle sorgenti è stata proposta [4] e qualche prova condotta; non ne vediamo in ogni caso uno sviluppo pratico.

BIBLIOGRAFIA

1. AMOUDRU, C. & POSTAL, G. 1977. La lutte contre les bruits dans les chantiers souterrains des charbonnages de France. *Arch. Mal. Prof.* **38**: 89.
2. BLAIZOT, M., BERTRAND, A. & GENEST-KISSIN, S. 1977. Niveaux sonores observés dans les chantiers souterrains de la région parisienne. *Arch. Mal. Prof.* **38**: 96.
3. SINON, P. & LEONET, O. 1976-77. Etude sur le bruit dans les mines de fer de la Lorraine. Rapporto finale ricerca CECA.
4. AUTORI VARI. 1975. Noise control. *Proceedings: Bureau of Mines Technology Transfer Seminar* - Pittsburg, Pa. January 22.

Rischio da vibrazioni segmentali in una fonderia: aspetti di igiene industriale

M. BOVENZI (a), F. DI MARINO (b), P. MORICH (b) e L. PETRONIO (a)

(a) Istituto di Medicina del Lavoro, Università degli Studi di Trieste

(b) Istituto di Meccanica Applicata alle Macchine, Università degli Studi di Trieste

Nella presente nota vengono riportati i risultati preliminari di un'indagine di igiene industriale mirante ad evidenziare il rischio da vibrazioni mano-braccio nei reparti formatura e finitura di una grande fonderia (Italsider di Trieste). In questi reparti, gli operai appartenenti alle categorie degli animisti e degli sbavatori utilizzano pestelli da banco, martelli ribaditori e smerigliatrici a cono abrasivo, tutti di tipo pneumatico.

Pestello e martello pesano rispettivamente 4,8 e 7,3 kg e presentano cadenze di percussione di 1020 e 2000 c/min; la smerigliatrice pesa 5,5 kg e la velocità di rotazione dell'elemento abrasivo è di 9000 giri/min.

MATERIALI E METODI

L'indagine si è articolata in due tempi: 1) prelievo delle vibrazioni sul posto di lavoro, impiegando un set di strumenti costituito da un calibratore di accelerometri (B & K 4291), *pick up* (B & K 4367 e 8309), fonometro impulsivo di precisione (B & K 2209) e registratore a nastro magnetico (B & K 7003). Gli accelerometri sono stati montati sull'impugnatura degli utensili lungo un sistema di assi ortogonali X, Y, Z; 2) le vibrazioni registrate sul *tape record* sono state analizzate in laboratorio mediante un analizzatore in tempo reale a banda stretta (B & K 2031) e un calcolatore collegato ad un *plotter* (HP 9825 e 9872). I criteri di rischio adottati si riferiscono alla recente proposta ISO relativa alla valutazione delle vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio [1]. In breve si tratta di una serie di curve (Fig. 1-4) le quali definiscono i livelli-limite delle vibrazioni mano-braccio in funzione del tempo di esposizione dell'operatore a microtraumatismo vibratorio. In accordo con la proposta ISO, abbiamo espresso gli spettri delle vibrazioni in termini di accelerazione rms m/sec² verso frequenze in banda di terzi d'ottava.

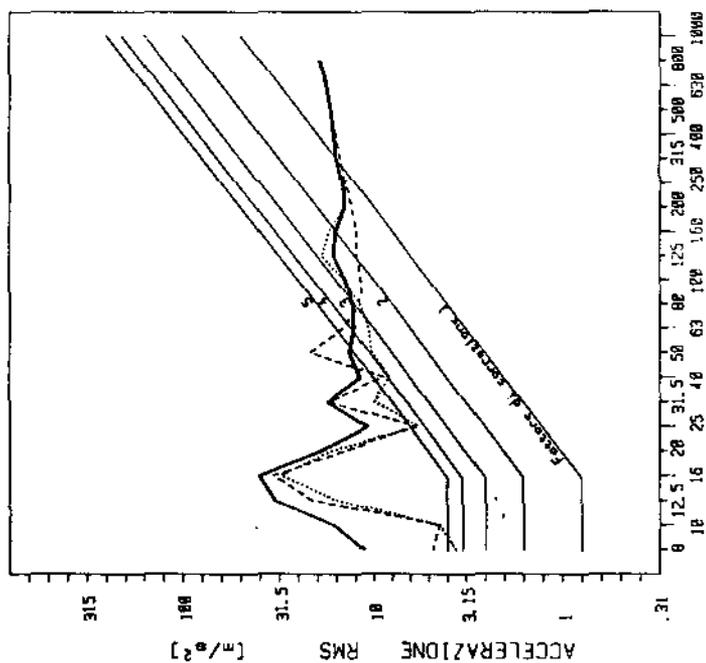


Fig. 1. — Pestello da banco

Asse X —
Asse Y - - -
Asse Z

FREQ. CENTR. DELLE BANDE DI TERZI DI OTTAVA [Hz]

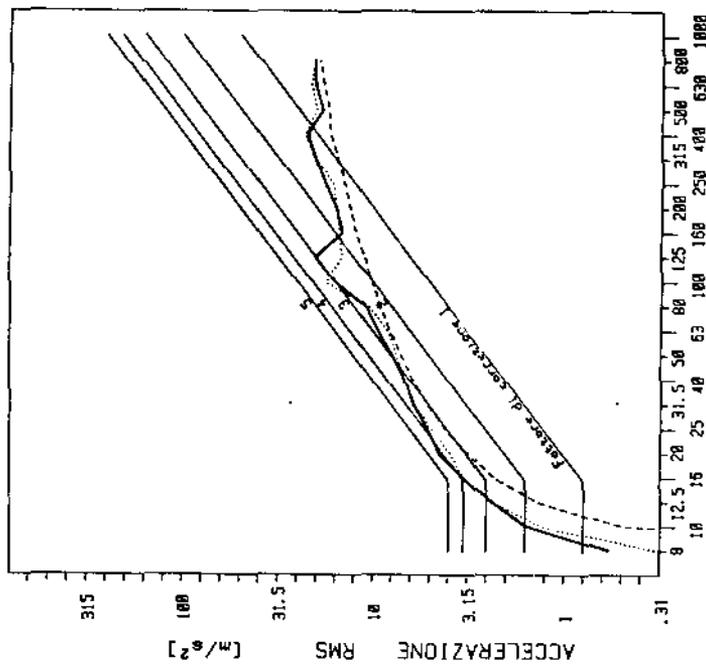


Fig. 2. — Smerigliatrice

Asse X —
Asse Y - - -
Asse Z

FREQ. CENTR. DELLE BANDE DI TERZI DI OTTAVA [Hz]

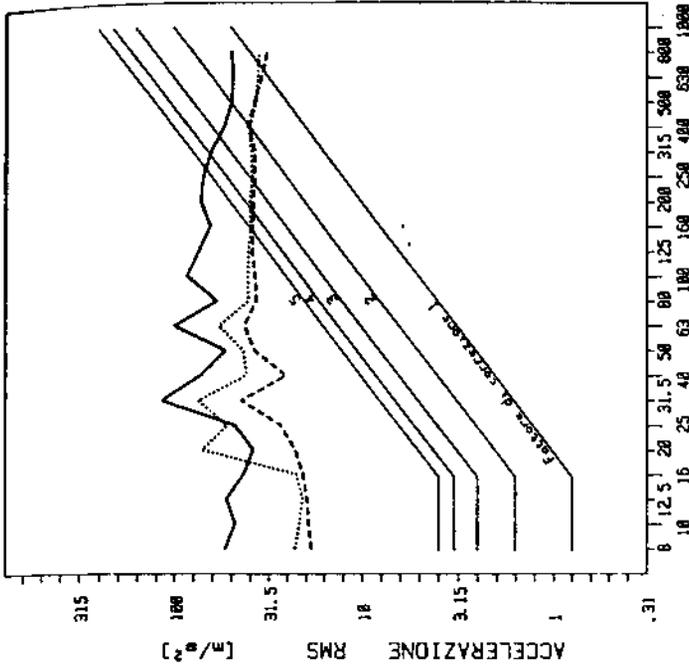


Fig. 4. — Martello ribaditore: Scalpello

Asse X —
Asse Y - - -
Asse Z

FREQ. CENTR. DELLE BANDE DI TERZI DI OTTAVA [Hz]

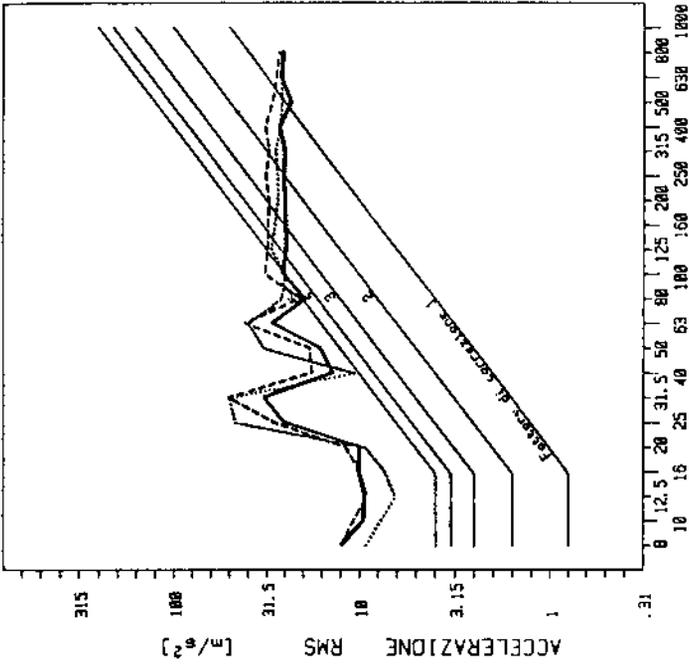


Fig. 3. — Martello ribaditore: Impugnatura

Asse X —
Asse Y - - -
Asse Z

FREQ. CENTR. DELLE BANDE DI TERZI DI OTTAVA [Hz]

RISULTATI

1. *Pestello.*

Nello spettro di Fig. 1 si osserva un elevato picco di accelerazione alla frequenza di 16 Hz, con livelli di 35-40 m/sec.² lungo l'asse X. Dai 200 Hz in su vi è un progressivo allineamento dei valori di accelerazione lungo tutti e tre gli assi di rilevazione.

2. *Smerigliatrice.*

Più contenuti appaiono i livelli di ampiezza delle vibrazioni rilevati sull'impugnatura della mola (Fig. 2). Due modesti picchi di accelerazione sono visibili in corrispondenza delle bande di 100 e 125 Hz.

3. *Martello ribaditore.*

Le vibrazioni di questo utensile sono state registrate sia sull'impugnatura (Fig. 3), sia sulla parete esterna della guida dello scalpello (Fig. 4). Elevati livelli di accelerazione sono rilevabili alla frequenza fondamentale di percussione (31,5 Hz). Sull'impugnatura, infatti, si osservano valori compresi tra 25-50 m/sec.², mentre in prossimità della parte operativa si registrano livelli di accelerazione tra 40 e 125 m/sec.²

CONCLUSIONI

Le indicazioni che possiamo trarre dalla misura delle vibrazioni generate dagli utensili portatili esaminati in questa fonderia, sono le seguenti:

a) stando alle raccomandazioni ISO, i livelli di vibrazioni degli utensili percussori (martello e pestello) superano, e di molto, i limiti della curva ISO con f_c 2, da noi adottata sulla base del tempo di esposizione degli operatori. Ciò è particolarmente evidente nel range di frequenze tra 8 e 200-315 Hz. La densità di rischio risulta invece più contenuta nel corso delle operazioni di smerigliatura;

b) la conoscenza delle caratteristiche fisiche delle vibrazioni degli utensili rappresenta un momento fondamentale per lo studio di efficaci sistemi in grado di attenuare o smorzare le vibrazioni oppure di ridurne la trasmissibilità.

BIBLIOGRAFIA

1. INTERNATIONAL ORGANIZATION for STANDARDIZATION. 1978. Guide for the measurement and the evaluation of human exposure to vibration transmitted to the hand. ISO/TC 108/SC 4/WG 3. Draft Proposal n. 5349, Din Germany.

Alcune considerazioni in merito alla valutazione dei limiti di esposizione dell'uomo alle vibrazioni

M. NICOLI e F. UGOLINI

Laboratorio di Igiene del Territorio, Istituto Superiore di Sanità

È noto che le vibrazioni alle quali sono esposti i lavoratori che operano in particolari settori industriali, inducono sull'organismo umano effetti vari che dipendono da numerosi fattori, tra i quali sono da porre in particolare rilievo la frequenza, l'ampiezza, l'accelerazione, la durata, la direzione delle vibrazioni, la natura, la caratteristica del corpo vibrante, la superficie del corpo umano interessato al contatto con la superficie vibrante, la posizione del soggetto, lo stato di contrazione e di affaticamento dei muscoli, i fattori costituzionali di ogni individuo, i fattori soggettivi, ecc.

Numerosi sono i dati forniti da vari AA. e da alcune normative relativamente ai criteri di valutazione, di commisurazione e di individuazione dei limiti di esposizione e conseguentemente non esiste una uniformità di vedute né per quanto riguarda le condizioni di riferimento né per quanto attiene alla metodologia di misurazione.

Basti tenere presente che la stessa raccomandazione ISO 2631, la quale dovrebbe costituire, per l'autorevolezza della fonte di riferimento, il dato più attendibile e sicuro, è invece, per la stessa sua ammissione, un documento presentato per « facilitare valutazioni e confronti di dati ottenuti in successive ricerche e per dare una guida provvisoria sulla esposizione umana alle vibrazioni del corpo ».

Anche se più gravi e complesse sono le ambiguità e le incertezze nel campo della valutazione della risposta fisiologica alle vibrazioni, bisogna dire che anche nel campo strettamente fisico relativo alle tecniche ed alle metodologie per la misura delle vibrazioni stesse, sussistono alcuni problemi non ancora risolti.

In via generale, i parametri che normalmente debbono essere valutati sono essenzialmente riferibili a:

- ampiezza;
- velocità;

- accelerazione;
- frequenza o campo di frequenza;
- direzione;
- durata della vibrazione.

Tuttavia, per permettere una più rapida e significativa interpretazione del fenomeno vibratorio, soprattutto per quel che riguarda gli effetti sull'uomo, può essere utile caratterizzare il fenomeno stesso con un numero rappresentativo che da solo commisuri oltre che l'azione globale delle varie componenti spettrali che formano la vibrazione, anche l'effetto dovuto alla durata dell'esposizione.

Si ritiene utile, a questo riguardo, proporre una metodologia che potrebbe facilitare l'esecuzione dei rilevamenti attraverso un procedimento basato sul principio di misurare, anziché i valori istantanei della intensità delle sollecitazioni vibratorie, l'energia totale accettata da un soggetto in un certo periodo di tempo.

Questa misura consentirebbe poi di risalire al livello di intensità *costante* e *continua* che, nell'intervallo di tempo considerato, possiede lo stesso contenuto energetico del fenomeno considerato, il che corrisponde a sostituire al reale valore fluttuante dello stimolo vibratorio un valore virtuale continuo che, obbedendo al principio della uguale energia, dovrebbe denominarsi « livello equivalente di vibrazione ».

In questa sede ci si limita ad esporre, in via preliminare e sotto riserva di sottoporre a successive esperienze la validità del metodo, una procedura metodologica e strumentale di rilevamento che dovrebbe realizzare il conseguimento dei presupposti citati.

In Fig. 1 è illustrato uno schema a blocchi della configurazione del sistema da impiegare ai fini della commisurazione del « livello equivalente di vibrazione ».

Come indicato nello schema, il sistema è basato sulla concatenazione dei seguenti componenti.

Un trasduttore di vibrazioni (accelerometro) è connesso ad un amplificatore di carica avente lo scopo di rendere possibile l'impiego di cavi di connessione piuttosto lunghi, senza apprezzabili riduzioni della sensibilità.

In una successiva fase il segnale passa ad un integratore per consentire la misurazione dei parametri della vibrazione nella forma di spostamento, velocità ed accelerazione.

I successivi filtri passa alto e passa basso hanno la funzione di limitare la dinamica di risposta nel campo di frequenza interessante le analisi da effettuare. Il segnale può quindi passare ad un filtro esterno per essere filtrato attraverso un formatore di spettro riprodotto una curva di pesatura, rispondente alle richieste configurazioni della risposta.

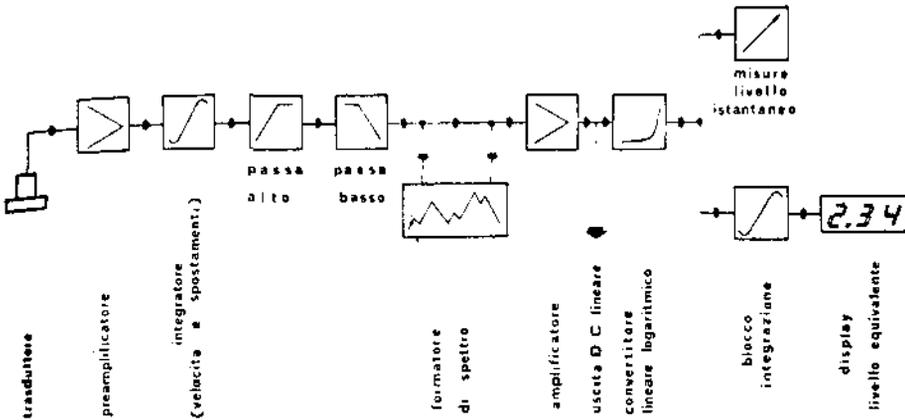


Fig. 1. — Schema a blocchi del misuratore di « livello equivalente di variazioni ».

Dopo appropriata amplificazione, il segnale può essere rettificato in DC per la eventuale registrazione grafica o per la sua visualizzazione in un *display*, oppure convertito in forma Lin-Log, per essere direttamente misurato come valore istantaneo.

È stata prevista peraltro la possibilità di deviazione del segnale verso un blocco di integrazione fornito di circuiti-porta tarati su prefissati livelli di passaggio. In tale modo il segnale in uscita può essere direttamente letto in forma analogica o digitale, in termini di « livelli equivalenti di vibrazione », in analogia a quanto già viene fatto nel campo acustico per la commisurazione del « livello equivalente sonoro ».

Arteriopatie da vibrazioni degli arti superiori: diagnosi e terapia

F. BENEDETTI-VALENTINI Jr., B. GOSSETTI, R. MASSA, E. GIZZI e P. MARINI
Cattedra di Chirurgia Vascolare, Istituto Universitario di Medicina e Chirurgia, L'Aquila

INTRODUZIONE

I soggetti portatori di un'arteriopatia degli arti superiori di sospetta origine microtraumatica da utensili vibranti [1, 2], presentano una duplice problematica legata da un lato ad uno studio strumentale [3, 4] che permetta una diagnosi circostanziata e precisa, dall'altro al trattamento terapeutico medico e/o chirurgico adeguato [5, 6].

Lo scopo di queste nostre osservazioni è appunto quello di far luce su alcuni mezzi che il diagnosta ha a disposizione per una diagnosi precoce e sui risultati che un trattamento terapeutico adeguato può offrire in detti soggetti, anche a distanza di tempo.

MATERIALI E METODI

Sono stati presi in considerazione 6 pazienti con arteriopatie degli arti superiori la cui anamnesi aveva messo in evidenza una precedente o perdurante attività lavorativa con utensili vibranti. Si trattava infatti di 5 minatori che avevano svolto la loro attività in miniera con martelli pneumatici per almeno 5 anni e di un addetto alla bullonatura autostradale.

Due di questi presentavano un quadro sintomatologico caratterizzato da discromie cutanee acromiali e disturbi funzionali rappresentati da ipotermia, iper-idrosi, cianosi marcata ed incapacità alla prensione. Tali sintomi avevano la caratteristica di essere saltuari, di presentarsi prevalentemente nelle ore più fredde della giornata, di protrarsi per alcuni minuti (5-60) e di recedere spontaneamente o con la sottrazione dell'arto dall'agente scatenante. Nei restanti 4 pazienti i disturbi funzionali si erano concretizzati in lesioni digitali trofiche (anche di un'intera falange) e non recedevano più se non parzialmente. Obiettivamente tali alterazioni interessavano unilateralmente un

arto in 4 casi, mentre negli altri 2 erano bilaterali pur con una certa asimmetria.

Le manovre di semeiotica fisica praticate (Adson, Tinozzi, iperabduzione, attenti militare) sono risultate in tutti i casi negative per compressioni od alterazioni dello stretto toracico superiore. Tutti i soggetti sono stati sottoposti ai seguenti esami diagnostici strumentali: tensiometria ad ultrasuoni, flussometria muscolare con Xenon 133, angiografia per puntura transcutanea diretta omerale o ascellare o per cateterismo selettivo trans-aortico.

Il trattamento medico è consistito nell'interruzione dell'attività lavorativa in tutti i casi, e nel trattamento con farmaci emocinetici e vasoattivi per un periodo di prova di 3 mesi, in 5 pazienti. La terapia chirurgica, consistente in una simpaticectomia toracica per via dorsale, è stata eseguita in 3 pazienti. In uno di essi l'intervento è stato bilaterale ed è stato seguito a breve distanza di tempo, dall'amputazione della falange distale di un dito.

RISULTATI

I valori pressori ottenuti con la tensiometria ad ultrasuoni e rilevati a livello delle arterie radiale, ulnare e digitali di entrambi i lati, si sono dimostrati inferiori a quelli misurati in corrispondenza delle arterie omerali omolaterali in tutti i casi (10-15 mm/Hg). Solo in 2 soggetti tale riduzione si è rivelata francamente patologica (superiore a 30 mm/Hg); in uno di essi non è stata possibile neppure una misurazione pressoria a livello delle arterie digitali.

I parametri flussometrici ottenuti con la flussometria muscolare con 133 Xe hanno viceversa evidenziato in tutti i casi alterazioni del flusso ematico muscolare (FEM) e dell'indice di pressione sistolica (IPS). Mentre infatti il tempo di latenza (TL) è sempre rimasto nei limiti della norma (inferiore a 30 sec), il FEM è variato dai 21 ai 27 ml/100 g di tessuto muscolare/min e l'IPS tra lo 0,5 e lo 0,8.

Il trattamento terapeutico farmacologico si è rivelato efficace, a breve tempo dall'esordio della somministrazione ed a distanza, soltanto in 3 casi. Negli altri 2, dopo un primitivo ed estremamente breve miglioramento, esso si è rivelato incapace per una regressione valida e costante della sintomatologia.

In detti soggetti si è proceduto dunque al trattamento chirurgico di denervazione simpatica con asportazione della catena latero-vertebrale del simpatico dorsale da T1 a T3. Tale terapia è stata altresì applicata in prima istanza in un soggetto con lesioni trofiche acromiali e disturbi degli arti superiori datanti ormai da 2 anni circa.

I risultati della terapia chirurgica sono stati buoni in 2 casi, intendendo per buoni la scomparsa della sintomatologia soggettiva ed obiettiva per un

periodo di tempo uguale o superiore ai 2 anni. Nell'altro caso il risultato è stato solo soddisfacente in quanto l'intervento chirurgico ha permesso la guarigione delle lesioni trofiche, ma non la regressione dei disturbi funzionali.

DISCUSSIONE

Il problema diagnostico va valutato in rapporto allo stato clinico con il quale il paziente giunge alla nostra osservazione. In quei casi in cui esistono soltanto disturbi funzionali saltuari, esami quantitativi « grossolani » quale la tensiometria Doppler, si rivelano insufficienti ad una valutazione accurata e significativa del deficit circolatorio, a meno di importanti lesioni organiche dei vasi arteriosi. Grande valore diagnostico hanno viceversa quelle metodiche che permettono una valutazione quantitativa sensibile a variazioni circolatorie minime e distrettuali. Lo studio del flusso ematico muscolare e della pressione di perfusione tissutale ottenibili con la metodica del ^{133}Xe permettono in maniera sufficientemente valida tale valutazione.

In quei casi in cui, viceversa, le lesioni organiche delle arterie siano giunte ad uno stadio tale da determinare lesioni trofiche distali, anche una diagnostica strumentale qualitativa può essere sufficiente a concretizzare il sospetto diagnostico.

In ogni caso, comunque, l'esame angiografico effettuato con appropriata tecnica, da solo ed associato a prove farmacodinamiche, permette una esatta e precisa valutazione dello stato morfo-funzionale delle arterie.

Per quanto riguarda il problema diagnostico dunque, si può indicare nella flussometria muscolare con ^{133}Xe il mezzo diagnostico per uno *screening* accurato e precoce per questo tipo di malati. L'angiografia, metodica cruenta e non scevra da rischi, andrà riservata viceversa a quei casi con parametri flussometrici alterati e, in ogni caso, a quei soggetti da sottoporre a trattamento chirurgico.

Quanto poi al trattamento terapeutico, va innanzi tutto sottolineato che l'interruzione dell'attività lavorativa precedentemente svolta è alla base di qualunque terapia si intenda praticare.

Il trattamento farmacologico è in diretto rapporto con il tempo di insorgenza della malattia. In altri termini, la terapia medica risulterà efficace solo in quei casi in cui il paziente sia giunto all'osservazione in fase precoce.

La terapia chirurgica, dipendente anch'essa in larga parte dal fattore tempo, risulta ancora più efficace, secondo la nostra esperienza, riuscendo anche là dove la terapia medica ha fallito o, per lo meno, si è dimostrata insufficiente. Va però ribadito che anch'essa deve essere praticata in fasi relativamente precoci. In ogni caso l'efficacia del trattamento terapeutico in questi soggetti dovrà essere giudicata esclusivamente sulla capacità o meno di ottenere la remissione stabile e completa della sintomatologia. Qualunque

sia la terapia infatti, essa non ha mai un significato riabilitativo nell'ambito del lavoro svolto in precedenza dal paziente. In altri termini l'attività lavorativa con utensili vibranti dovrà essere proscritta per sempre.

BIBLIOGRAFIA

1. TAYLOR, W. & PELMEAR, P.L. 1976. Raynaud's phenomenon of occupational origin and epidemiological survey. *Acta Chir. Scand.* Suppl. 465: 27-32.
2. JAMES, P.B. & GALLOWAY, R.W. 1974. Brachial arteriography in vibration induced white finger. The vibration syndrome. W. Taylor (Ed.) Academic Press, London and New York.
3. OKADA, A., YAMASHITA, T., NAGANO, C., IKEDA, T., YACHI, A. & SHIBATA, S. 1971. Studies on the diagnosis of Raynaud's phenomenon of occupational origin. *Brit. J. Ind. Med.* 28: 353-362.
4. NIELSEN, S.L. 1977. Measurement of digital blood pressure after local cooling. *J. Appl. Physiol.* 43(5): 907-910.
5. EHRLY, A.M. 1976. Treatment of patients with secondary Raynaud's syndrome. *Acta Chir. Scand.* Suppl. 465: 92-95.
6. MATOBA, T. 1977. A follow-up study of 164 patients with vibration disease after their discharge by questionnaires. *Sangyo Igaku* 19 (2): 75-79.