

CRITERI DI VALUTAZIONE, SCELTA DEI GUANTI ANTIVIBRANTI E LIVELLI DI PROTEZIONE ATTESI

Iole Pinto, Nicola Stacchini

Dipartimento di Prevenzione, Unità Funzionale Igiene e Tossicologia - Laboratorio Agenti Fisici, AUSL 7 di Siena

Introduzione

Il crescente interesse verso la prevenzione del rischio da vibrazioni mano-braccio ha stimolato lo sviluppo di dispositivi di protezione individuale per la riduzione dell'esposizione a vibrazioni. In particolare sono attualmente prodotti e commercializzati guanti cosiddetti "anti-vibranti". Si tratta generalmente di guanti rivestiti internamente di materiali resilienti, che hanno la proprietà di attenuare l'energia meccanica trasmessa dall'utensile alle mani dell'operatore.

Le proprietà di attenuazione delle vibrazioni di tali guanti vengono certificate secondo la norma europea armonizzata EN ISO 10819 (1996), emanata in applicazione della Direttiva UE 89/686/CEE "Apparecchiature per la protezione della persona".

In accordo con tale norma un guanto è certificato come "antivibrante" se soddisfa simultaneamente le due condizioni:

$$TR_M < 1.0$$

$$TR_H < 0.6$$

dove TR_M è la trasmissibilità media delle vibrazioni nell'intervallo delle medie frequenze [31.5 Hz - 200 Hz] mentre TR_H è la trasmissibilità media del guanto alle alte frequenze [200 Hz - 1 kHz]

La certificazione di un guanto come "*DPI antivibrazione*" in accordo con tale normativa non fornisce pertanto alcuno strumento ai fini della valutazione dell'effettiva riduzione del rischio per l'operatore che lo indossa regolarmente. Infatti la norma non prevede che vengano fornite le curve di attenuazione delle vibrazioni nell'intervallo di frequenze di interesse igienistico [6.3 Hz - 1200 Hz] analogamente a quanto avviene per altri DPI, come, ad esempio, nel caso dei protettori auricolari.

Al fine di valutare le prestazioni dei guanti anti-vibrazione conformi alla direttiva EN 10819 ed i livelli di protezione da questi offerti in differenti condizioni di esposizione, sono stati presi in esame cinque differenti guanti anti-vibrazioni sia in

condizioni di laboratorio che in condizioni operative di impiego di motoseghe, smerigliatrici e martelli perforatori.

I principali risultati emersi nell'ambito dello studio sono riportati in ciò che segue.

Metodi

a) Misure in campo

La *trasmissibilità* dei guanti, definita dal rapporto tra l'accelerazione (rms) misurata sul palmo della mano con guanto e senza guanto, è stata valutata in condizioni operative per cinque motoseghe, sei smerigliatrici, tre martelli perforatori. Le misure sono state effettuate mediante tre accelerometri fissati su un adattatore palmare conforme allo standard ISO 10819. Le metodiche di misura adottate sono conformi allo standard ISO 5349. Le misure sono state effettuate presso campi prova all'uopo predisposti presso aziende di produzione di imbarcazioni in vetroresina, presso cantieri forestali ed edili, simulando le lavorazioni abituali, eseguite da personale esperto nell'impiego degli utensili valutati.

In particolare ciascuna serie di misure è stata ripetuta da tre differenti operatori, di differenti caratteristiche antropometriche, mantenendo immutate le condizioni operative. Le vibrazioni sono state rilevate sulle impugnature di ciascun utensile lungo le tre direzioni ortogonali X, Y, Z del sistema basicentrico definito dallo standard ISO 5349. L'acquisizione dei dati in campo è stata effettuata utilizzando la seguente strumentazione:

3 accelerometri B&K 4374;

3 Amplificatori di carica B&K mod.2635;

Adattatore per palmo mano conforme standard ISO 10819;

Calibratore B&K mod.4294;

Registratore digitale Teac RD-101T a 4 canali;

b) Misure in laboratorio

Gli stessi guanti sono stati valutati in condizioni di laboratorio impiegando una catena di misura conforme allo standard ISO 10819. Le misure sono state effettuate presso l'Institute of Sound and Vibration dell'Università di Southampton (UK) nell'ambito del progetto di ricerca europeo Biomed 2 "Vibration Injury Network".

Il generatore di vibrazioni impiegato nelle prove dei guanti consiste di una maniglia posta in vibrazione da uno shaker orizzontale. La maniglia è dotata di sensori che consentono la misura simultanea della forza di prensione e della forza di spinta. Ciò consente di controllare, nel corso delle misure, che le due forze rientrino nei valori prescritti dallo standard stesso. Le curve di trasmissibilità di ciascun guanto sono state determinate mediante uno spettro di vibrazioni "random" con accelerazione ponderata in frequenza di 3.2 m/s^2 . Esse sono state ottenute mediando le curve di trasmissibilità ottenute con cinque differenti operatori nelle stesse condizioni sperimentali. La curva di trasmissibilità ottenuta per ciascun operatore è a sua volta rappresentata dal valor medio su tre prove ripetute nelle stesse condizioni sperimentali.

Conformemente a quanto prescritto dallo standard ISO 10819 le misure delle accelerazioni sul palmo della mano vengono effettuate lungo l'asse Z mediante un accelerometro fissato su un adattatore palmare le cui specifiche sono dettate dallo

standard stesso.

Risultati

Le tabelle I,II riportano i risultati della trasmissibilità ottenuta per ciascuno dei guanti anti-vibranti e per normali guanti da lavoro in cuoio, valutati nelle stesse condizioni operative.

A partire dalle curve di trasmissibilità ottenute in condizioni di laboratorio (fig. 1) è stata stimata l'attenuazione attesa per ciascuno dei guanti in relazione ai differenti spettri delle vibrazioni prodotte dalle differenti tipologie di utensili.

I grafici di figura 2,3 riportano il confronto tra gli spettri misurati in condizioni operative sul palmo della mano e gli spettri stimati utilizzando le curve di trasmissibilità misurate in laboratorio.

I grafici di figura 4 riportano il confronto tra le prestazioni di tre differenti tipologie di guanti anti-vibrazioni nel caso di impiego di martelli perforatori.

Conclusioni

Dallo studio emerge che, nel caso di impiego di smerigliatrici, i guanti anti-vibranti sono in grado di ridurre il rischio da esposizione a vibrazioni, mentre i comuni guanti da lavoro non forniscono alcuna attenuazione apprezzabile delle vibrazioni trasmesse alle mani. In particolare i guanti anti-vibranti da noi valutati attenuano mediamente del 40 - 60% le accelerazioni lineari trasmesse alle mani dalle smerigliatrici e del 30% le accelerazioni ponderate in frequenza. Nel caso delle motoseghe le attenuazioni fornite dai guanti risultano di minore entità, dell'ordine del 20% per le accelerazioni lineari e del 10% per le accelerazioni ponderate in frequenza. Ciò è dovuto alle differenti caratteristiche spettrali delle accelerazioni prodotte dalle motoseghe, con componenti spettrali dominanti alle medie frequenze [125 - 200 Hz], mentre generalmente i materiali anti-vibranti forniscono attenuazioni più elevate a frequenze superiori a 300 Hz, laddove le smerigliatrici presentano le componenti spettrali più elevate.

Tale risultato è peraltro coerente con quanto prescritto dallo standard ISO 10819; infatti il rispetto del requisito $TR_M < 1.0$ richiede unicamente che il guanto non amplifichi le componenti di vibrazioni alle frequenze medio basse [31,5-200 Hz].

Tale caratteristica appare evidente nel caso dei martelli perforatori tradizionali, con componenti spettrali dominanti alle basse frequenze [20 Hz-40 Hz]. In tal caso il livello di attenuazione fornito dal guanto all'accelerazione ponderata in frequenza sarà sempre dell'ordine del 5%-10% (cfr. fig. 4). In altri termini nel caso dei martelli perforatori di tipo tradizionale l'impiego dei guanti non è idoneo ai fini della riduzione dell'esposizione a livelli accettabili sotto il profilo igienistico.

Alla luce dei dati ottenuti appare pertanto che l'adozione di guanti anti-vibrazioni in lavorazioni che comportino l'impiego di utensili vibranti sia in ogni caso una misura di tutela da attuare, tenendo sempre ben presente che il livello di protezione offerto dal guanto dipende dalla differente tipologia di utensile impiegato.

E' estremamente importante che la scelta del guanto sia preceduta da un'attenta valutazione delle sue prestazioni sotto il profilo ergonomico. Alcuni guanti anti-

vibranti possono infatti risultare eccessivamente rigidi e spessi e ciò può comportare una riduzione della destrezza manuale necessaria in talune lavorazioni. In altri casi i guanti possono indurre un eccessivo riscaldamento delle mani con conseguente disagio per l'operatore che li indossa.

Guanti anti-vibranti che nel corso delle prove sono risultati idonei e ben accetti dagli operatori nel caso di lavorazioni con martelli perforatori, sono risultati al contrario assolutamente non idonei, sotto il profilo ergonomico, in lavorazioni con impiego di smerigliatrici e motoseghe.

Sviluppi futuri

Allo stato attuale appare che il campo dei dispositivi di protezione dalle vibrazioni presenti ampio spazio per ricerca e sviluppo, soprattutto nello studio e disegno di dispositivi ottimizzati per specifiche lavorazioni. Nel contempo è importante che anche sul piano della certificazione si aggiornino le metodiche di valutazione delle prestazioni dei guanti anti-vibrazioni, al fine di stimolare la produzione di DPI ottimizzati ai fini della prevenzione del rischio.

A tale proposito è possibile individuare alcuni elementi da prendere in considerazione nell'aggiornamento e sviluppo degli standard valutativi dei guanti anti-vibrazione:

- Lo standard di certificazione dovrebbe fornire le curve di trasmissibilità del guanto alle differenti frequenze, per consentire la stima del grado di protezione offerto in relazione alle differenti tipologie di utensili vibranti impiegati.
- Considerato che il guanto può perdere con il tempo le sue proprietà di attenuazione delle vibrazioni, sarebbe inoltre necessario che anche questo fattore rientrasse tra i parametri valutativi presi in esame nell'ambito dello standard di certificazione.
- Le prestazioni prese in esame dall'attuale standard si riferiscono unicamente all'attenuazione delle vibrazioni trasmesse al palmo delle mani. Sarebbe opportuno prendere in esame anche la protezione effettiva offerta dal guanto in relazione all'esposizione delle dita della mano, che non è necessariamente uguale a quella misurata sul palmo.

Ringraziamenti

Si ringrazia Massimo Bovenzi dell'Unità Clinica Operativa di Medicina del Lavoro dell'Università di Trieste, per la collaborazione nella valutazione ed analisi dei dati.

Si ringraziano inoltre Lido Moriconi e Paolo Saccardi del Dipartimento di Prevenzione dell'AUSL 12 di Viareggio, Pietro Nataletti ed Aldo Pieroni dell'ISPESL - Laboratorio Agenti Fisici di Monteporzio Catone, per la collaborazione fornita nel corso delle misure.

Questo studio è stato realizzato con il supporto della Commissione Europea nell'ambito del programma Biomed 2, contratto BMH4-CT98-3251 (Vibration Injury Network).

Bibliografia

1. International Organization for Standardization Mechanical Vibration - Guidelines for the measurement and the assessment of human exposure to hand-transmitted vibration ISO 5349 Geneva (1986)
2. Bovenzi M. Medical aspects of the hand-arm vibration syndrome. Int. J. Ind. Ergon. 6:61-73; 1990
3. International Organization for Standardization Human response to vibration - measuring instrumentation. Geneva: ISO, 8041: 1990
4. International Organization for Standardization Mechanical vibration and shock- Hand-arm vibration - Method for the measurement and evaluation of the vibration transmissibility of gloves at the palm of the hand. ISO 10819 Geneva; 1996
5. M.Bovenzi, I.Pinto, N.Stacchini Valutazione dell'efficacia di guanti anti-vibranti Atti 18° Congresso Nazionale AIDII - Trento - Giugno 2000
6. Paddan GS, Griffin MJ Effect of push force on the transmission of shear vibration through gloves VIII International Conference on Hand-Arm Vibration Umea June 1998

Tabella I. Valori medi (errori standard) della trasmissibilità delle vibrazioni attraverso i guanti. Dati relativi a cinque motoseghe e tre operatori analizzati mediante analisi fattoriale a blocchi randomizzati con misure ripetute.

Guanto	Trasmissibilità (accelerazioni lineari)		Trasmissibilità (accelerazioni ponderate)	
	Asse dominante	Somma vettoriale	Asse dominante	Somma vettoriale
Guanto da lavoro in cuoio	0.99 (0.06)	0.99 (0.05)	0.97 (0.05)	1.00 (0.05)
Guanto antivibrante 1	0.96 (0.07)	0.87 (0.05)	0.97 (0.06)	0.94 (0.05)
Guanto antivibrante 2	0.86 (0.06)	0.83 (0.04)	0.90 (0.05)	0.91 (0.04)
Guanto antivibrante 3	0.81 (0.08)	0.83 (0.05)	0.82 (0.07)	0.88 (0.04)
Guanto antivibrante 4	0.77 (0.08)	0.79 (0.05)	0.79 (0.07)	0.86 (0.04)
ANOVA (P-value)	0.035	0.018	0.014	0.003

Tabella II. Valori medi (errori standard) della trasmissibilità delle vibrazioni attraverso i guanti. Dati relativi a sei smerigliatrici e due operatori analizzati mediante analisi fattoriale a blocchi randomizzati con misure ripetute.

Guanto	Trasmissibilità (accelerazioni lineari)		Trasmissibilità (accelerazioni ponderate)	
	Asse dominante	Somma vettoriale	Asse dominante	Somma vettoriale
Guanto da lavoro in cuoio	0.79 (0.16)	0.75 (0.13)	1.06 (0.22)	0.96 (0.19)
Guanto antivibrante n.1	0.43 (0.04)	0.42 (0.04)	0.63 (0.09)	0.65 (0.05)
Guanto antivibrante n.2	0.39 (0.04)	0.38 (0.04)	0.63 (0.07)	0.66 (0.07)
Guanto antivibrante n.3	0.42 (0.05)	0.41 (0.05)	0.71 (0.08)	0.74 (0.06)
Guanto antivibrante n.4	0.46 (0.07)	0.42 (0.06)	0.69 (0.11)	0.73 (0.11)
Guanto antivibrante n.5	0.55 (0.06)	0.51 (0.05)	0.87 (0.12)	0.82 (0.09)
ANOVA (P-value)	0.26	0.18	0.27	0.23

prestazioni guanti anti-vibrazioni:motoseghe

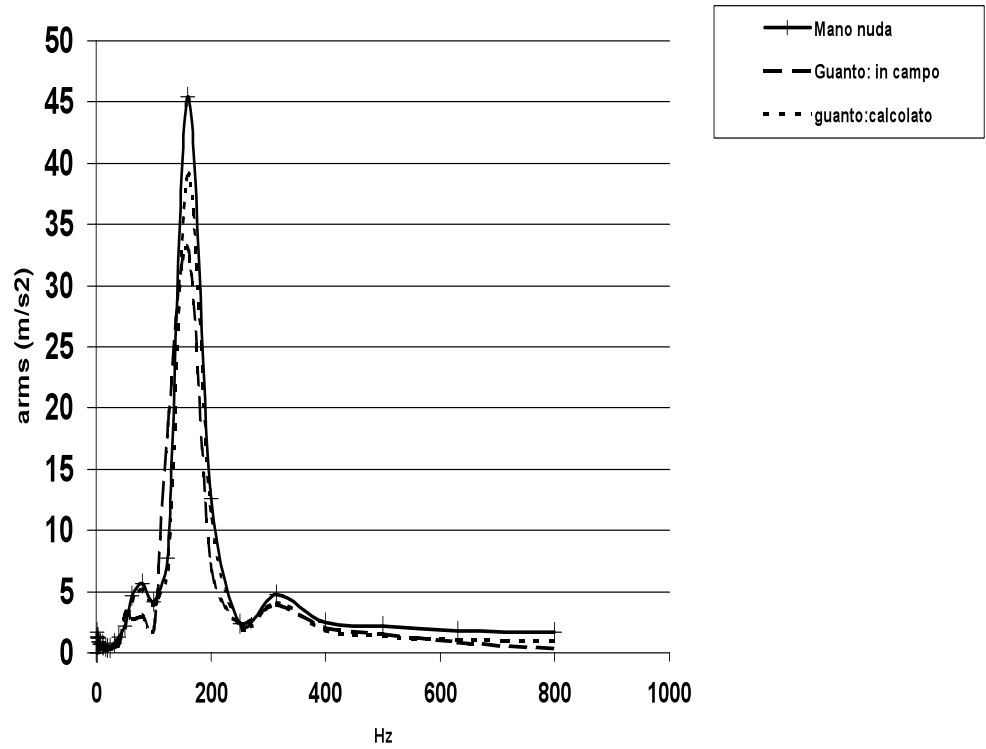
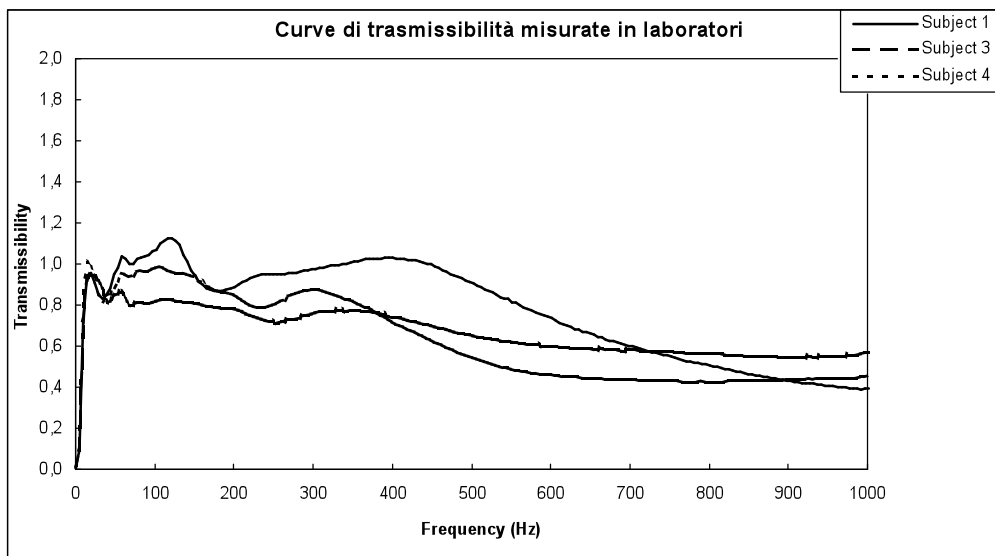


Fig. 2 Prestazioni dei guanti anti-vibrazioni: motoseghe

Fig. 1 - Esempi di curve di trasmissibilità misurate in laboratorio



Prestazioni guanti anti-vibrazioni: smerigliatrici

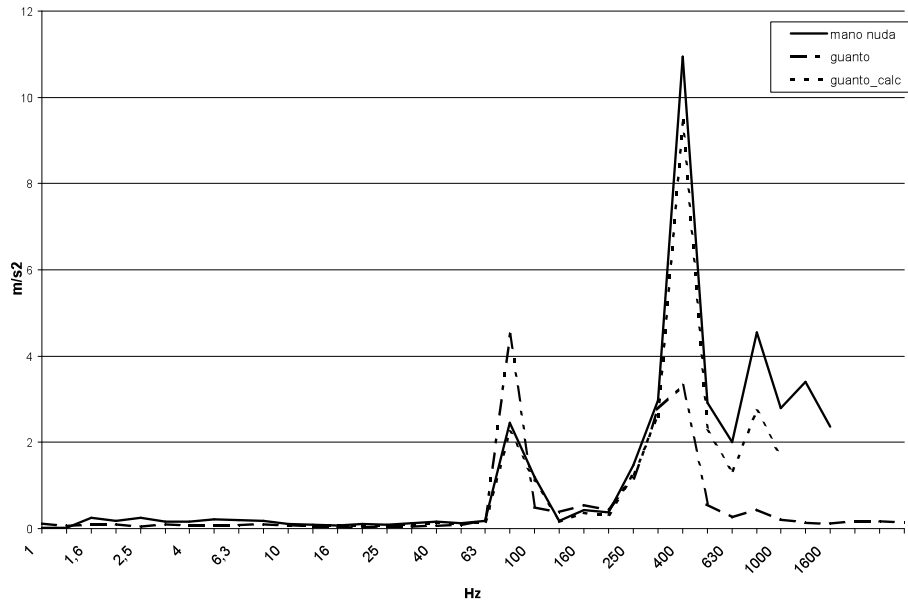


Fig. 3 Prestazioni dei guanti anti-vibrazioni: smerigliatrici

Fig. 4: Prestazioni guanti anti-vibrazioni: martelli perforatori

prestazioni guanti: martelli perforatori

