

Massimo Bovenzi

Nuovi criteri internazionali per la valutazione del rischio vascolare e la stadiazione clinica della sindrome da vibrazioni mano-braccio

Unità Clinica Operativa di Medicina del Lavoro, Dipartimento di Scienze Mediche, Chirurgiche e della Salute, Università degli Studi di Trieste

RIASSUNTO. Recentemente sono state proposte metodologie supplementari per la valutazione dell'esposizione a vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio e revisioni della stadiazione clinica dei sintomi vascolari e neurosensitivi della sindrome da vibrazioni mano-braccio. In particolare, (i) nel *Technical Report ISO/TR 18570:2017* viene proposto un metodo supplementare per la predizione del rischio vascolare (fenomeno di Raynaud secondario) da vibrazioni mano-braccio, ad integrazione della metodologia definita nello standard ISO 5349-1:2001; (ii) le esperienze accumulate in campo clinico e di laboratorio da parte di un panel internazionale di clinici del lavoro, appartenenti a istituzioni europee e nord-americane e attivi nei settori accademici e assistenziali per la diagnostica della sindrome da vibrazioni mano-braccio, hanno suggerito l'opportunità di procedere ad una revisione della stadiazione dei sintomi vascolari e neurosensitivi da vibrazioni mano-braccio precedentemente classificati nelle scale dello Stockholm Workshop 1986. In questo lavoro vengono riportati i nuovi criteri internazionali per la valutazione del rischio vascolare da vibrazioni mano-braccio e la stadiazione clinica della sindrome da vibrazioni mano-braccio.

Parole chiave: vibrazioni mano-braccio, curve di ponderazione in frequenza, rischio vascolare, stadiazione clinica, effetti vascolari e neurosensitivi.

ABSTRACT. NEW INTERNATIONAL CRITERIA FOR EVALUATING VASCULAR HAND-ARM VIBRATION RISK AND STAGING HAND-ARM VIBRATION SYNDROME. Recently, a supplementary methodology to improve the assessment of occupational exposures to hand-transmitted vibration (HTV) and a revision of the clinical staging of the hand-arm vibration syndrome (HAVS) have been proposed. The Technical Report ISO/TR 18570:2017 provides guidance on a supplementary method to that defined in ISO 5349-1:2001 for measuring and reporting HTV exposures; the method provides an improved assessment methodology for evaluating vascular hand-arm vibration risks (vibration induced white finger). On using a Delphi procedure, an international panel of experts has achieved consensus to develop an updated staging system for the vascular and neurological disorders of the HAVS, previously defined in the Stockholm Workshop Scale (1986); a new classification has been proposed with three stages for vibration related vascular and neurological effects. This paper provides details on the new international criteria for the assessment of vibration induced vascular risk and for the clinical staging of the vascular and neurological components of the HAVS.

Key words: hand-transmitted vibration, frequency weighting, vascular risk, clinical staging, vascular and sensorineural disorders.

1.0 Introduzione

L'esposizione prolungata a vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio (*hand-transmitted vibration, HTV*) di elevata magnitudo può causare lesioni a carico degli apparati vascolare, neurologico e osteoarticolare degli arti superiori, definite unitariamente Sindrome da Vibrazioni Mano-Braccio (*Hand-Arm Vibration Syndrome, HAVS*). La componente vascolare della sindrome è rappresentata da un fenomeno di Raynaud secondario (fenomeno del "dito bianco", o *vibration-induced white finger, VWF*, degli Autori anglosassoni) provocato dalla chiusura spastica delle arterie digitali in occasione di esposizione a microclima freddo. La componente neurologica è caratterizzata da disturbi neurosensitivi alle dita delle mani (parestesie, ipoestesia, riduzione della destrezza manuale), talora associati a sindromi da intrappolamento dei nervi mediano e/o ulnare, più raramente del nervo radiale. La componente osteoarticolare è rappresentata da alterazioni degenerative dei segmenti ossei e/o articolari e delle entesi in particolare dei polsi e dei gomiti nei lavoratori esposti a vibrazioni di bassa frequenza ed elevata ampiezza generate da utensili percussori.

Recentemente sono state proposte metodologie supplementari per la valutazione dell'esposizione a HTV e revisioni della stadiazione clinica della HAVS. In particolare, (i) nel *Technical Report ISO/TR 18570:2017* (1) viene proposto un metodo supplementare per la predizione del rischio vascolare (VWF) da vibrazioni mano-braccio, ad integrazione della metodologia definita nello standard ISO 5349-1:2001 (2); (ii) le esperienze accumulate in campo clinico e di laboratorio hanno suggerito l'opportunità di procedere ad una revisione della stadiazione dei sintomi vascolari e neurosensitivi da HTV precedentemente classificati nelle scale dello Stockholm Workshop 1986 (3-5).

2.0 Rapporto Tecnico ISO/TR 18570:2017 per il rischio vascolare da HTV

Nell'Allegato C dello standard internazionale ISO 5349-1 (2) viene suggerita una relazione esposizione-riposta per le patologie da HTV che si assume essere va-

lida per tutte le componenti della HAVS. In realtà, il modello ISO di rischio per HTV si basa esclusivamente su studi epidemiologici di prevalenza di VWF in gruppi selezionati di lavoratori esposti a HTV di differente magnitudo e durata. Nelle ultime tre decadi, numerosi studi epidemiologici hanno riportato discrepanze tra l'occorrenza osservata di VWF e quella predetta dallo standard ISO 5349-1 (2): (i) sovrastima del rischio di VWF è stata osservata in gruppi di lavoratori esposti a HTV di bassa frequenza ed elevata ampiezza generate da utensili di tipo percussorio; (ii) sottostima dell'occorrenza di VWF è stata riportata in lavoratori esposti a HTV con componenti di media e alta frequenza quali quelle prodotte da motoseghe, smerigliatrici e martelli scalpellatori o rivettatori.

Tali discrepanze tra prevalenze osservate e predette di VWF sono state attribuite, almeno in parte, ai metodi di misura e di valutazione dell'esposizione occupazionale a HTV raccomandati dall'ISO 5349-1 (2). Poiché la risposta biodinamica dell'arto superiore alle vibrazioni è frequenza-dipendente, lo standard ISO raccomanda di pesare l'accelerazione r.m.s. delle vibrazioni mediante una curva di ponderazione in frequenza (definita W_h) che assume che la sensibilità del sistema mano-braccio è approssimativamente proporzionale all'accelerazione r.m.s. delle vibrazioni per frequenze < 16 Hz e diminuisce in proporzione inversa alla frequenza delle vibrazioni tra 16 e 1250 Hz. Si assume, pertanto, che le vibrazioni di bassa frequenza siano più importanti delle vibrazioni di media e elevata frequenza per l'insorgenza degli effetti avversi da HTV.

Sulla base dei risultati di recenti studi biomeccanici, sperimentazioni psicofisiche e fisiologiche su soggetti

umani e animali da esperimento, e indagini epidemiologiche sull'occorrenza di VWF in varie popolazioni di lavoratori esposti a HTV (6), in un Workshop tenuto a latere della 12th International Conference on Hand-Arm Vibration (Ottawa, 2011) sono state discusse curve alternative per la ponderazione in frequenza di HTV. Le conclusioni del Workshop sono state in seguito formalizzate nel *Technical Report* ISO/TR 18570:2017 (1) in cui vengono proposti sia una nuova curva di ponderazione in frequenza di HTV (definita W_p) sia un metodo supplementare per la valutazione del rischio vascolare da HTV. Confrontata con la curva di pesatura W_h dell'ISO 5349-1, la nuova curva di ponderazione W_p dà maggior peso alle vibrazioni di media e alta frequenza (Fig. 1).

2.1 Performance delle curve di ponderazione W_h e W_p per la predizione del rischio vascolare

Allo scopo di indagare se vi è evidenza epidemiologica in grado di supportare il metodo supplementare per la valutazione del rischio vascolare da HTV suggerito dall'ISO/TR 18570:2017 (1) e per comparare la performance relativa delle metriche costruite con le curve di ponderazione W_h e W_p per predire l'occorrenza di VWF, entrambe le metriche sono state applicate alla coorte italiana del progetto europeo VIBRISKS costituita da un gruppo di operatori forestali esposti a HTV da motoseghe e decespugliatori (n=215) e di lavoratori dei materiali lapidei esposti a HTV da smerigliatrici e martelli scalpellatori (n=34), (7).

Le vibrazioni generate dagli utensili dei due gruppi di lavoratori sono state misurate secondo le raccomandazioni

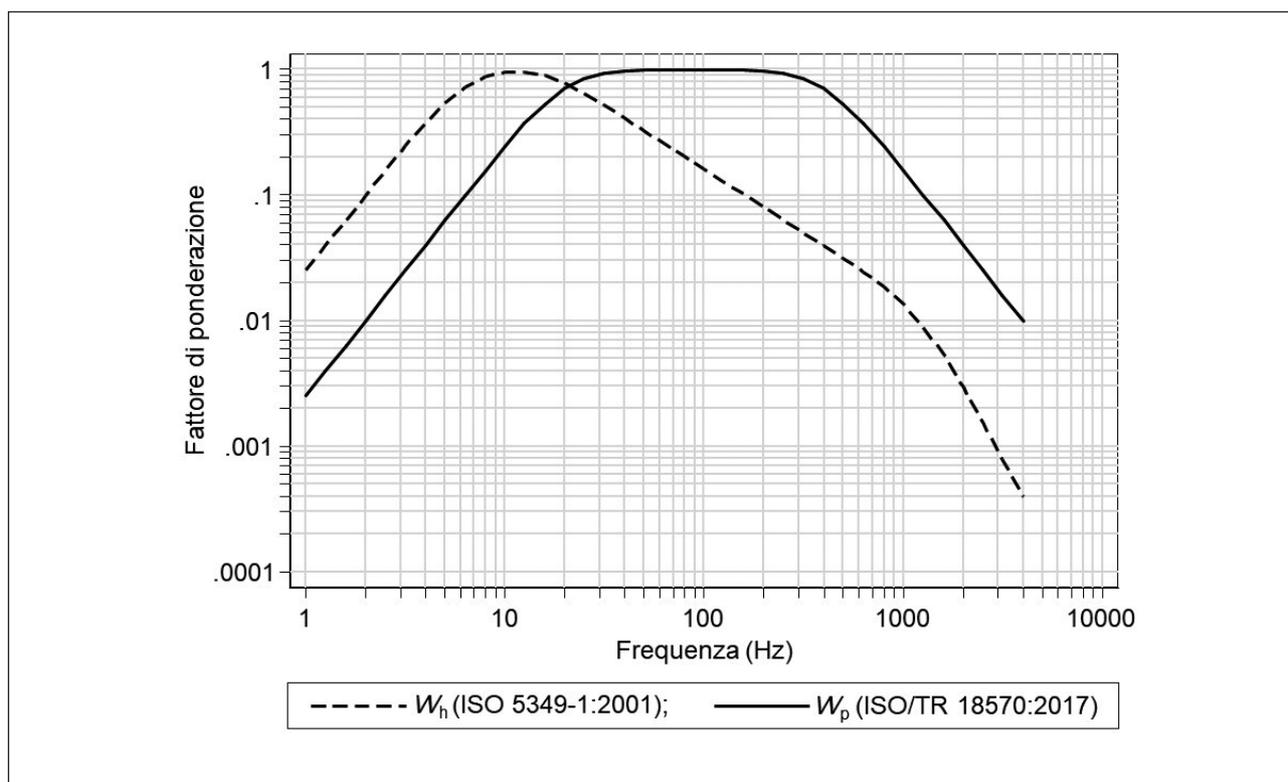


Figura 1. Confronto tra le curve di ponderazione in frequenza (W) per la misura delle vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio. W_h : curva di ponderazione in frequenza raccomandata da ISO 5349-1:2001; W_p : curva di ponderazione in frequenza per il rischio vascolare definita in ISO/TR 18570:2017

dello standard ISO 5349-1 (2) e il valore totale delle vibrazioni ponderate in frequenza con W_h o W_p (W_p) lungo gli assi x, y e z è stato calcolato come segue:

$$a_{vi}(w_f) = \sqrt{a_{xi}^2(w_f) + a_{yi}^2(w_f) + a_{zi}^2(w_f)} \quad (ms^{-2} \text{ r. m. s.})$$

L'esposizione giornaliera a HTV è stata valutata in accordo con lo standard ISO 5349-1 (2) ed è stata espressa in termini di accelerazione r.m.s. normalizzata a 8 ore di lavoro ($A(8)$), ponderata in frequenza con W_h o W_p (W_p):

$$A(8)_{(w_f)} = \sqrt{\sum_{i=1}^n a_{vi}^2(w_f) \frac{T_i}{T_0}} \quad (ms^{-2} \text{ r. m. s.})$$

ove a_v è il valore totale delle vibrazioni dell'utensile i , T_i è la durata del lavoro con l'utensile i in ore, e T_0 è il periodo di riferimento di 8 ore.

Per stimare una possibile soglia per il rischio vascolare da HTV, l'ISO/TR 18570:2017 raccomanda di calcolare il valore di esposizione giornaliero a HTV ponderato con W_p ($E_{p,d}$ in $ms^{-1.5}$):

$$E_{p,d} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (a_{pvi})^2 T_i} \quad (ms^{-1.5})$$

ove a_{pvi} è il valore totale delle vibrazioni dell'utensile i ponderato in frequenza con W_p , e T_i è la durata di esposizione all'utensile i espressa in secondi.

La diagnosi di angiopatia da vibranti (VWF) nei lavoratori è stata formulata utilizzando criteri anamnestici e obiettivi di consenso internazionale e valutando la fun-

zione vascolare periferica mediante la misura delle pressioni sistoliche digitali dopo cold test a 10°C con tecnica strain-gauge.

La relazione tra esposizione giornaliera a HTV e risposta (occorrenza di VWF) durante un periodo di follow-up di 4 anni è stata valutata mediante modelli di regressione logistica longitudinale utilizzando le equazioni generalizzate di stima. La statistica QIC (Quasi-likelihood Information Criterion) è stata usata per comparare il *fitting* dei modelli che includevano le misure alternative di esposizione giornaliera a HTV ($A_h(8)$, $A_p(8)$, $E_{p,d}$): tanto minore è il valore di QIC, tanto migliore è l'adattamento del modello ai dati osservati.

I risultati dell'analisi logistica riportati in Tabella I suggeriscono un migliore adattamento all'occorrenza di VWF (cfr. statistica QIC) per il modello che include l'esposizione giornaliera a HTV espressa in termini di $A_p(8)$ piuttosto che come $A_h(8)$. La migliore performance di $A_p(8)$ rispetto a $A_h(8)$ è anche evidenziata dai dati di Tabella II che riporta la predizione dell'occorrenza di VWF stimata mediante i modelli logistici longitudinali di Tabella I. Tale evidenza si riscontra in particolare nel gruppo dei lavoratori dei materiali lapidei esposti a vibrazioni di media e alta frequenza generate da smerigliatrici e martelli scalpellatori.

In un Allegato del *Technical Report* ISO/TR 18570 (1), viene suggerita come possibile soglia per l'insorgenza di VWF un valore di esposizione giornaliera a HTV pari a $E_{p,d} \approx 1750 \text{ ms}^{-1.5}$ (corrispondente a un valore di $A_p(8)$ di circa 10.3 ms^{-2} r.m.s.), quando le misure di HTV vengono espresse come valore totale delle vibrazioni (a_v). Nel nostro studio, 32 dei 249 lavoratori esposti a HTV (12.9%) erano esposti a $E_{p,d} \leq 1750 \text{ ms}^{-1.5}$, e di questi un solo lavoratore (3.1%) riportava VWF con iper-reattività vaso-

Tabella I. Odds ratio (OR) e intervalli di confidenza robusti al 95% (IC 95%) per l'associazione tra VWF e misure alternative di esposizione giornaliera a vibrazioni mano-braccio espresse in termini di $A_h(8)$ o $A_p(8)$, (cfr. testo per le definizioni). La bontà di adattamento dei modelli ai dati osservati è stata valutata con la statistica Quasi-likelihood Information Criterion (QIC)

Fattori	$A_h(8)$ ($\times 1 \text{ ms}^{-2}$)	$A_p(8)$ ($\times 10 \text{ ms}^{-2}$)
	OR (IC 95%)	OR (IC 95%)
$A_i(8)$ (ms^{-2})	1.38 (1.26-1.52)	1.41 (1.26-1.58)
Durata di esposizione (anni)	1.04 (0.99-1.10)	1.04 (0.99-1.11)
Età ($\times 10$ anni)	1.59 (0.90-2.81)	1.79 (0.96-3.34)
Tabacco (no/si)	1.90 (0.81-4.47)	2.10 (0.87-5.08)
QIC	558	535
Δ QIC	23	

Tabella II. Prevalenza osservata e predetta per VWF nei lavoratori esposti a vibrazioni mano-braccio e misure alternative di esposizione giornaliera a vibrazioni mano-braccio espresse in termini di $A_h(8)$ o $A_p(8)$, (cfr. testo per le definizioni). Le prevalenze predette sono state stimate sulla base dei modelli logistici riportati nella Tabella I

Categorie occupazionali	Prevalenza di VWF (%)		
	Osservata	Predetta	
		$A_h(8)$	$A_p(8)$
Lavoratori forestali (n=215)	7.4	9.5	8.1
Lavoratori lapidei (n=34)	47.1	35.6	43.3

spastica delle arterie digitali al cold test. Dopo aggiustamento per età, durata di esposizione e abitudine al fumo di tabacco, il modello di regressione logistica stimava un'occorrenza predetta di VWF del 5.4% per un valore di esposizione $E_{p,d}=1750 \text{ ms}^{-1.5}$. Di rilievo l'osservazione che nei soggetti di controllo non esposti a HTV di questo studio ($n=138$), la prevalenza di fenomeno di Raynaud con cold test positivo era del 2.2%. Pertanto, i risultati di questo studio sembrano fornire un certo grado di evidenza epidemiologica per il valore soglia di $E_{p,d}$ suggerito da ISO/TR 18570:2017 per l'insorgenza di VWF in lavoratori professionalmente esposti a HTV.

È opportuno sottolineare che la nuova metodologia di valutazione del rischio vascolare da HTV suggerita dall'ISO/TR 18570:2017 (1) è di carattere supplementare, ovvero non sostituisce né abroga le raccomandazioni contenute nello standard ufficiale ISO 5349-1:2001 (2). In particolare la metodologia ISO/TR 18570 non si applica per la valutazione delle patologie neurologiche e muscolo-scheletriche da HTV. I risultati di recenti studi epidemiologici, infatti, non hanno evidenziato differenze significative tra misure di HTV pesate con diverse curve di ponderazione in frequenza (ISO W_h o curve simili a W_p) nella predizione dell'occorrenza di disturbi neurosensitivi o muscolo-scheletrici in lavoratori esposti a HTV (8,9). Queste evidenze epidemiologiche suggeriscono che è improbabile che una singola curva di ponderazione in frequenza di HTV sia appropriata per predire l'occorrenza di tutti gli effetti avversi da HTV in quanto differenti fattori etiologici e diversi meccanismi fisiopatologici possono intervenire nell'insorgenza delle varie componenti della sindrome da vibrazioni mano-braccio. Mentre VWF è una malattia professionale causata da uno specifico agente fisico, le patologie neurologiche e muscolo-scheletriche sono malattie lavoro-correlate nelle quali altri fattori di rischio, oltre a HTV, possono giocare un ruolo, quali le caratteristiche personali, un eccessivo carico fisico (forza, ripetitività, postura), e un elevato stress psicologico/psicosociale.

In conclusione, le misure di esposizione giornaliera a HTV costruite con la curva di ponderazione W_p ($A_p(8)$ e $E_{p,d}$ in accordo con ISO/TR 18570:2017), che danno maggior peso alle vibrazioni di media e alta frequenza, sembrano essere migliori predittori del rischio vascolare da HTV rispetto

alla metrica convenzionale ISO calcolata con la curva W_h ($A_h(8)$ in accordo con ISO 5349-1:2001). Vi è qualche evidenza epidemiologica per un valore soglia di $E_{p,d}$ associato con l'insorgenza di VWF, con l'avvertenza che tale soglia è valida solamente per il rischio vascolare e non si applica agli altri effetti avversi da HTV (neurosensitivi e muscolo-scheletrici). La misura di HTV mediante la curva di ponderazione W_p può avere varie implicazioni per l'implementazione e la gestione della prevenzione dei disturbi vascolari da HTV, ad esempio la scelta di guanti protettivi con efficaci proprietà anti-vibrazioni. In ogni caso, le nuove informazioni emerse dagli studi biomeccanici ed epidemiologici possono essere di aiuto per il disegno e la manifattura di utensili vibranti e di dispositivi personali di protezione che riducano al minimo il rischio di patologie degli arti superiori associate all'esposizione occupazionale a HTV.

3.0 Consensus internazionale per la stadiazione clinica dei sintomi neurovascolari da HTV

Negli ultimi 30 anni, l'esperienza clinica ha rivelato una serie di inadeguatezze nella stadiazione dei sintomi vascolari e neurosensitivi da HTV definiti nelle scale dello Stockholm Workshop del 1986 (4,5). In particolare, è stata rilevata una certa ambiguità associata a limitata accuratezza nella terminologia usata per classificare gli stadi del fenomeno di Raynaud da vibranti (VWF). Analogamente, troppo generici sono stati considerati i riferimenti ai test obiettivi per evidenziare e quantificare i disturbi neurosensitivi da HTV. Allo scopo di aggiornare i criteri per una più puntuale stadiazione diagnostica dei sintomi vascolari e neurosensitivi da HTV, un panel internazionale di sette clinici del lavoro, appartenenti a istituzioni europee e nord-americane e attivi nei settori accademici e assistenziali per la diagnostica della HAVS, ha proposto una revisione delle scale dello Stockholm Workshop 1986 (3). A valle di un'ampia consultazione della letteratura clinica ed epidemiologica, e utilizzando una metodologia di consenso basata sulla procedura Delphi, sono state raccomandate le scale di stadiazione clinica riportate nella Tabella III per i sintomi vascolari e nella Tabella IV per i sintomi neurosensitivi.

Tabella III. Stadiazione dei sintomi vascolari della sindrome da vibrazioni mano-braccio

Stadi dello Stockholm Workshop 1986	Stadi del Consensus Internazionale 2019
0: nessun sintomo vascolare	0V: nessun sintomo vascolare
1: occasionali episodi di pallore alle estremità di uno o più dita	1V: score 1 - 4 per pallore digitale
2: occasionali episodi di pallore alle falangi distale e intermedia (raramente prossimale) di uno o più dita	2V: score 5 - 12 per pallore digitale
3: frequenti episodi di pallore a tutte le falangi della maggior parte delle dita	3V: score > 12 per pallore digitale
4: come in stadio 3, con associati disturbi trofici alle estremità delle dita	

3.1 Nuova stadiazione clinica dei sintomi vascolari da HTV

Per quanto riguarda la stadiazione di VWF, si suggerisce di abbandonare la generica terminologia adottata dallo Stockholm Workshop 1986 (4) per definire la frequenza (“occasionali”, “frequenti”) e l’estensione degli episodi di dito bianco (“uno o più dita”, “maggior parte delle dita”), ma piuttosto di valutare la severità del pallore digitale mediante un sistema di score (10) applicato a ciascun dito (score 3 per la falange prossimale, score 2 per la falange intermedia, score 1 per la falange distale del secondo-quinto dito; score 4 o 5 per le falangi del primo dito) e graduando la stadiazione in termini quantitativi (stadi 1V - 3V) per entrambe le mani separatamente (Tabella III). Si raccomanda, inoltre, che gli attacchi di Raynaud debbano essere obiettivati e confermati mediante l’uso di fotografie (es. mediante smartphone) che dimostrino la presenza di un pallore cutaneo ben demarcato. La nuova scala non distingue il fenomeno di Raynaud secondario da vibranti da quello primitivo la cui diagnosi differenziale spetta al clinico esperto, il quale dovrà anche valutare la presenza di sintomi di ipersensibilità/intolleranza al freddo senza pallore Raynaud-simile o patologie arteriose occlusive a carico delle arcate palmari delle mani. Non vengono offerte raccomandazioni sui test obiettivi di provocazione del fenomeno di Raynaud (es. misura delle temperature cutanee digitali o misura delle pressioni sistoliche digitali dopo cold test in accordo con gli standard ISO 14835-1 e 2), ma ci si limita a segnalare che tali test possono essere utili per quantificare la severità degli attacchi vasospastici a frigore e che in alcuni Paesi vengono utilizzati a scopo medico-legale o assicurativo.

3.2 Nuova stadiazione clinica dei sintomi neurosensitivi da HTV

Per quanto riguarda i sintomi neurosensitivi da vibranti (parestesie, ipoestesia, diminuita destrezza manuale), lo scopo della nuova scala è di offrire una stadiazione più precisa e discriminante rispetto a quella dello Stockholm Workshop 1986 (5) e basata sui risultati di alcuni test obiettivi psicofisici (Tabella IV). Laddove lo stadio 1N contempla la sola presenza di sintomi neurosensitivi alle dita delle mani senza alterazioni obiettive, lo stadio 2N richiede, oltre ai sintomi, l’evidenziazione di una riduzione della percezione sensoriale in due o più dita innervate dai

nervi mediano e/o ulnare mediante l’utilizzo di due o più test psicofisici quali i monofilamenti calibrati di Semmes-Weinstein (percezione tattile) e la misura delle soglie di percezione termica (soglie per il caldo e il freddo, zona termica neutrale) e/o delle soglie di percezione vibrotattile (utilizzando due o più frequenze che includano 31.5 Hz e 125 Hz). Lo stadio 3N prevede la presenza, in aggiunta allo stadio 2N, di alterata destrezza manuale obiettivata mediante il test di Purdue pegboard (pannello forato) che valuta la capacità di manipolazione fine di piccoli oggetti. I valori di normalità per le soglie termiche e vibrotattili possono essere ricavati dalla letteratura specifica e dallo standard ISO 13091-2 (per le soglie vibrotattili), mentre i valori di normalità per i monofilamenti di Semmes-Weinstein e il Purdue pegboard test in lavoratori manuali non esposti a HTV sono presentati nella pubblicazione di Consensus (3). Nel caso di rilievo di alterazioni dei test psicofisici a livello delle dita delle mani, spetterà al clinico esperto procedere con l’eventuale diagnosi differenziale per escludere sindromi da intrappolamento dei nervi afferenti agli arti superiori o altre neuropatie prossimali (test elettrodiagnostici multi-segmentali, diagnostica per immagini).

La nuova classificazione clinica della HAVS non include la componente muscolo-scheletrica della sindrome, probabilmente per via della aspecificità delle lesioni osteoarticolari e/o muscolo-tendinee degli arti superiori causate dalla azione combinata delle vibrazioni meccaniche e dei fattori ergonomici avversi (forza, ripetitività, postura) che agiscono simultaneamente durante le operazioni lavorative con utensili vibranti. Va tuttavia ricordato che nella legislazione del nostro Paese, la sindrome del tunnel carpale e le tendiniti/tenosinoviti della mano-polso sono incluse nella lista I delle malattie provocate dalle vibrazioni mano-braccio la cui origine lavorativa è di elevata probabilità e per le quali è obbligatoria la denuncia (GU n. 212 del 12.09.2014), mentre le osteoartropatie del polso, del gomito e della spalla causate dalle vibrazioni mano-braccio sono inserite sia nella lista I sia nelle tabelle delle malattie professionali nell’industria e nell’agricoltura (D.M. 09.04.2008), unitamente alla sindrome di Raynaud secondaria delle dita delle mani e le neuropatie dei nervi mediano e ulnare per quelle lavorazioni, svolte in modo non occasionale, che comportano l’impiego di utensili, attrezzature, macchine ed apparecchi che trasmettono vibrazioni al sistema mano-braccio.

Tabella IV. Stadiazione dei sintomi neurosensitivi della sindrome da vibrazioni mano-braccio

Stadi dello Stockholm Workshop 1986	Stadi del Consensus Internazionale 2019
SN0: nessun sintomo neurosensitivo alle dita delle mani	ON: nessun sintomo neurosensitivo alle dita delle mani
SN1: torpore intermittente, con o senza parestesie	1N: torpore o parestesie intermittenti
SN2: torpore intermittente o persistente, ridotta sensibilità tattile, termica, vibratoria	2N: come in stadio 1N ma con riduzione della percezione sensoriale in due o più dita evidenziata da due o più test psicofisici (monofilamenti di Semmes-Weinstein, soglie di percezione termica e vibrotattile)
SN3: torpore intermittente o persistente, ridotta discriminazione tattile e/o ridotta capacità di manipolazione fine	3N: come in stadio 2N ma con sintomi di alterata destrezza manuale evidenziati dal Purdue pegboard test

Bibliografia

- 1) International Standardization Organization. Mechanical vibration – Measurement and evaluation of human exposure to hand transmitted vibration – Supplementary method for assessing risk of vascular disorders. ISO/TR 18570. ISO, Geneva, 2017.
- 2) International Standardization Organization. Mechanical vibration – Measurement and evaluation of human exposure to hand transmitted vibration – Part 1: General requirements. ISO 5349-1. ISO, Geneva, 2001.
- 3) Poole CJM, Bovenzi M, Nilsson T, et al. International consensus criteria for diagnosing and staging hand-arm vibration syndrome. *Int Arch Occup Environ Health* 2019; 92: 117-27.
- 4) Gemne G, Pyykko I, Taylor W, et al. The Stockholm Workshop Scale for the classification of cold-induced Raynaud's phenomenon in the hand-arm vibration syndrome (revision of the Taylor–Pelmear scale). *Scand J Work Environ Health* 1987; 13: 275-8.
- 5) Brammer AJ, Taylor W, Lundborg G. Sensorineural stages of the hand-arm vibration syndrome. *Scand J Work Environ Health* 1987; 13: 279-83.
- 6) Bovenzi M. Epidemiological evidence for new frequency weightings of hand-transmitted vibration. *Ind Health* 2012; 50: 377-87.
- 7) Bovenzi M, Pinto I, Picciolo F. Risk assessment of vascular disorders by a supplementary hand-arm vascular weighting of hand-transmitted vibration. *Int Arch Occup Environ Health* 2019; 92: 129-39.
- 8) Bovenzi M, Prodi A, Mauro M. Relationships of neurosensory disorders and reduced work ability to alternative frequency weightings of hand-transmitted vibration. *Scand J Work Environ Health* 2015; 41: 247-58.
- 9) Bovenzi M, Prodi A, Mauro M. A longitudinal study of neck and upper limb musculoskeletal disorders and alternative measures of vibration exposure. *Int Arch Occup Environ Health* 2016; 89: 923-33.
- 10) Griffin MJ. Handbook of human vibration. Academic Press, London, 1990.

Corrispondenza: Prof. Massimo Bovenzi, Unità Clinica Operativa di Medicina del Lavoro, Dipartimento di Scienze Mediche, Chirurgiche e della Salute, Università degli Studi di Trieste, Via della Pietà 2/2, 34129 Trieste, Italy, Tel. 040-3992313, E-mail: bovenzi@units.it