

23. EFFETTI DELLE VIBRAZIONI SULL'ORGANISMO

M. Piscitelli - U.S.L. N. 16 - Modena

Le vibrazioni meccaniche possono essere definite come movimenti ritmati di un solido attorno alla sua posizione di equilibrio.

Trasmesse al corpo umano, agiscono su numerosi meccanorecettori, evocando fenomeni e conseguenze complesse, non solo a carico degli organi e tessuti che sono a diretto contatto con la sorgente delle vibrazioni, ma anche a distanza, per propagazione dell'energia e fenomeni di risonanza.

Sotto l'aspetto fisico i parametri che caratterizzano le vibrazioni sono la frequenza, l'ampiezza, la velocità, l'accelerazione.

Ma le modalità d'azione delle vibrazioni sono complesse. Altre variabili sono importanti e condizionano la risposta biologica: la direzione d'ingresso delle vibrazioni nel corpo, il punto di applicazione, il comportamento biomeccanico del corpo umano esposto a vibrazioni.

Per quanto si riscontri in letteratura una certa difformità di linguaggi e classificazioni, è possibile impostare una valutazione semplificata degli effetti e dei disturbi generati dalle vibrazioni in base alla frequenza delle oscillazioni.

Si possono così schematicamente distinguere tre grandi ambiti:

— Vibrazioni di bassa frequenza (inferiori a 2 Hz)

Gli effetti che queste oscillazioni determinano nell'uomo, noti come «mal dei trasporti», sono dovuti ad una stimolazione dei recettori vestibolari ed a conseguenti reazioni neurovegetative. È noto che l'allenamento («abitudine») può ridurre la comparsa e la gravità dei sintomi.

— Vibrazioni di media frequenza (tra 2 e 20 Hz)

Vengono in genere trasmesse all'uomo dal pavimento e dai sedili di trattori, carriponte, escavatrici, pale meccaniche ecc... Infatti la maggior parte dei mezzi adibiti al trasporto di persone e numerosissime macchine ed impianti di uso industriale e agricolo generano vibrazioni le cui frequenze principali sono comprese in questo ambito.

Numerosi studi clinici e sperimentali documentano gli effetti diversi, le risposte, i disturbi indotti da questo tipo di vibrazioni. I dati emersi da questi studi hanno trovato conferma in ricerche epidemiologiche.

Gli studi sulle proprietà biomeccaniche del corpo umano, a cui in questa sede si accennerà soltanto, hanno consentito di costruire modelli di simulazione, utili a rappresentare le risposte di segmenti corporei secondo le modalità ed il tipo di eccitazione.

Nella fig. 1, ad esempio, è rappresentato un modello semplificato del corpo umano che, esposto a sollecitazioni vibratorie di frequenza superiore ad 1 Hz, non si comporta come un tutto unico, ma come un insieme di sottosistemi che rispondono in modo diverso, con picchi di risonanza differenziati.

Numerosissimi sono poi i dati clinico-epidemiologici che documentano gli effetti delle vibrazioni di frequenza principale compresa tra 2 e 20 Hz: riduzione dell'attività visiva, turbe gastro-intestinali, turbe neuro-psichiche, interessamento renale ecc., ma soprattutto patologia dolorosa a carico del rachide dorso-lombare, spesso con manifestazioni artrosiche.

— Vibrazioni di alta frequenza (superiori a 20 Hz)

Sono prodotte principalmente da utensili vibranti (a movimento

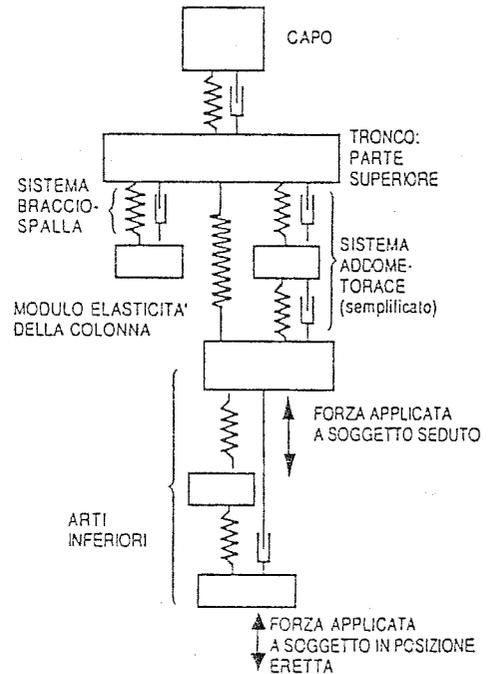


Fig. 1 - Modello semplificato del corpo umano considerato come un sistema di masse sospese (da Gobato).

alternativo, rotante o misto), azionati da aria compressa o da energia elettrica.

Si trasmettono a parte del corpo, in particolare al sistema mano-braccio-spalla, e sono considerate responsabili di una serie di effetti o alterazioni («sindrome da vibrazioni») di tipo circolatorio, nervoso, osteoarticolare.

Vibrazioni trasmesse a tutto il corpo: effetti sul rachide

Le alterazioni a carico del tratto lombo-sacrale della colonna, che rappresentano in generale un problema di grande rilevanza nei paesi occidentali, ricorrono assai frequentemente nei conducenti di veicoli adibiti al trasporto di persone e, con particolare considerazione, di macchine pesanti (semoventi per escavazione, gru, carriponte, elevatori, trattori).

L'interessamento del rachide lombosacrale si manifesta con dolori, inizialmente alla fine del turno lavorativo, successivamente anche durante il lavoro.

Non è raro, quando la sintomatologia dolorosa assume carattere permanente, che il lavoratore sia obbligato a cambiare attività.

Tabella 1. Principali frequenze vibratorie di veicoli e di utensili vibranti (da Scherrer).

Veicoli e utensili	Frequenza dominante
Automobili private	da 0,8 a 1,3 Hz e da 9 a 12 Hz
Sospensioni classiche	da 1,3 a 2 Hz e da 8 a 12 Hz
Autobus	
Sospensioni pneumatiche	da 0,8 a 1,4 Hz e da 8 a 12 Hz
Autotreni	da 1,5 a 4 Hz e da 8 a 12 Hz
Motrice di autoarticolati	
Treni	da 1 Hz a 8 Hz
Elicotteri	da 3 a 6 Hz e da 15 a 21 Hz
Trattori agricoli	da 2 a 4 Hz
Trattori di cantiere	da 2 a 3 Hz
Caricatori	da 1,3 a 2,3 Hz
Aerei commerciali	da 0,2 a 7 Hz
Rollio	da 0,1 a 0,3 Hz
Naviglio	
Beccheggio	da 0,06 a 0,2 Hz
Tagliasiepi elettriche	da 12 a 15 Hz
Sabbatrice portatile	da 15 a 30 Hz
Trapani rotativi	da 30 a 40 Hz
Utensili pneumatici	da 15 a 50 Hz
Elettrodomestici	da 30 a 60 Hz
Seghe portatili	da 50 a 200 Hz
Rasoi elettrici	200 Hz
Lucidatrici e mole portatili	da 200 a 800 Hz
Trapani dentari ad aria	da 1.500 a 2.000 Hz

C'è da dire che non sempre questi disturbi, questa patologia possono essere attribuiti con certezza alle vibrazioni.

Anzi, l'interazione tra sollecitazioni vibratorie e rachide è problema controverso.

Numerosi sono infatti i fattori che possono essere chiamati in causa rispetto alla patologia del rachide (tab. 2).

Tabella 2. Principali fattori causali di patologia degenerativa del rachide.

Fattori individuali	Fattori professionali
— età	— posture statiche prolungate
— valori antropometrici	— sollevamento e spostamento di carichi
— sesso	— sforzi eccessivi ripetuti
— fattori costituzionali	— piegamenti o rotazioni frequenti
— fattori metabolici	— vibrazioni

È certo che l'età, il rapporto peso-altezza possono svolgere un'azione determinante o favorente.

Così come può considerarsi ampiamente documentato, per alcune categorie di lavoratori (trattoristi, escavatori, carrellisti, macchinisti, ecc.), un'elevata prevalenza di affezioni osteo-articolari della colonna.

Contributi scientifici di rilievo, in questo senso, sono stati presentati al 47° Congresso della Società Italiana di Medicina del Lavoro, ai cui Atti si rimanda per ulteriori approfondimenti sull'argomento.

In questa sede si vogliono sottolineare due problemi, che rivestono particolare importanza dal punto di vista della prevenzione del rischio e della tutela assicurativa dei lavoratori. Va rilevato infatti, da una parte, che il DPR 482/75 tutela soltanto i danni prodotti da strumenti vibranti ad aria compressa o ad asse flessibile, escludendo in sostanza le patologie croniche ed invalidanti del rachide (mentre le manifestazioni acute vengono tutelate come infortuni).

C'è quindi una precisa carenza legislativa che va superata. Dall'altra, il DPR 303/56 prescrive l'obbligatorietà della visita periodica annuale, senza indicare però procedure particolari per una corretta valutazione sull'idoneità lavorativa.

Solo per una categoria, quella degli autisti di pullman di linea, c'è teoricamente la piena operatività di una normativa che prescrive, oltre che la periodicità delle visite di revisione, procedure specifiche per un corretto giudizio di idoneità alla guida, in riferimento alle affezioni osteo-articolari della colonna.

È evidente l'importanza di questi accertamenti, sia di assunzione che periodici, per gli aspetti di tutela dell'utente trasportato, dell'utente della strada, oltre che della salute del lavoratore-autista.

Ma ho parlato di operatività solo teorica della normativa, in quanto la non idoneità pone il problema della disabilitazione alla guida con la conseguenza che spesso, di fatto, è dato rilevare come le aziende si orientino verso l'evasione dell'obbligo.

Angiopatia da strumenti vibranti

Numerosi agenti fisici di natura e rilevanza professionale, di diverso tipo ed entità, sono in grado di esercitare un ruolo etiopatogenetico o concausale nel determinismo di vasculopatie a carattere sia funzionale che organico.

Tra tali angiopatie, una delle più importanti per frequenza, ma anche per le implicazioni di prevenzione che comporta, è quella localizzata agli arti superiori, causata dall'azione protratta delle vibrazioni.

Tale patologia presenta ancora oggi diversi aspetti, oggetto di discussione, soprattutto in merito alle valutazioni epidemiologiche ed alla interpretazione dei meccanismi patogenetici. Una considerazione preliminare: la sindrome da vibrazioni è generalmente sottovalutata, o sottostimata, per una serie di motivi.

Innanzitutto la sintomatologia è intermittente e si manifesta in momenti ed in ambienti diversi da quelli in cui il medico ha modo di osservarla.

Va tenuto presente, poi, che non sempre viene praticata una corretta diagnostica differenziale del fenomeno di Raynaud. Vi è infine il dato soggettivo del lavoratore che, non perfettamente edotto del significato e delle cause della malattia, può temere difficoltà sul piano dell'occupazione lavorativa.

Non si accennerà in questa sede alle ben note espressioni cliniche del fenomeno di Raynaud, per poter riportare invece, un po' più diffusamente, i risultati di una ricerca clinico-epidemiologica svolta dal Servizio di Medicina del Lavoro di Modena in collaborazione con la Cattedra di Chirurgia Vascolare dell'Università di Modena.

L'indagine ha interessato lavoratori di una fonderia di ghisa di seconda fusione, addetti ai reparti di finitura, sbavatura, smaterozzatura che utilizzavano abitualmente strumenti vibranti di vario tipo: trapani ad aria compressa, martelli pneumatici, pestelli e scalpelli pneumatici, mole smeriglio, mole elettriche flessibili, mole a disco, mole fisse di diverse dimensioni.

Degli 87 soggetti studiati, 83 presentavano una sintomatologia agli arti superiori di varia entità, 45 presentavano fenomeno di Raynaud, 4 erano completamente asintomatici.

Per ciascun lavoratore sono stati eseguiti i seguenti esami:

biomorfali

emocromo completo con formula, piastrine, glicemia, urea, lipidogramma, immunoelettroforesi, crioglobuline.

strumentali

fotopletismografia, pletismografia strain-gauge con digit cooling, velocimetria Doppler con analisi spettrale dell'asse scapulo-brachiale, valutazione velocitometrica radio-ulnare e di arcata palmare e digitali.

Rinviando ad altra pubblicazione, in corso di stampa, per una esposizione analitica sia dei criteri di valutazione che dei risultati emersi dall'indagine, si riporta qui di seguito una tabella riassuntiva dei dati conclusivi emersi dalle indagini strumentali (tab. 3).

Tabella 3. Dati ottenuti dalle indagini strumentali.

Esito degli esami	n. soggetti	valutazione
— senza alterazioni strumentali	18	normali
— con alterazioni fotopleiografiche	13	lieve patologia
— con alterazioni al cold test	3	patologici
— con alterazione di due parametri	54	patologici

Bibliografia

- Rilievi di funzionalità vascolare in lavoratori di una fonderia di seconda fusione esposti a vibrazioni meccaniche.* Tesi di specializzazione del Dr. Marco Beneduce, 1983.
- L'angiopatia da strumenti vibranti; studio emodinamico in un gruppo di fonditori.* Tesi di laurea della Dott.ssa M.G. Veronesi, 1984.
- Vibrazioni.* Collana di Medicina sociale e del lavoro, Unicopli, 1978.
- Atti del 47° Congresso Nazionale della Soc. It. Med. Lav. ed Ig. Ind. Monduzzi Editore, 1984: F. Gobbato et al.: *Rischi e patologia da vibrazioni nei macchinisti F.S.: indagine epidemiologica*; G.L. Lorenzi et al.: *Rachide e vibrazioni*; A. Berra et al.: *Criteri di idoneità per gli addetti a lavori che espongono a vibrazioni su tutto il corpo.*
- J. Scherrer: *Manuale di fisiologia del lavoro*, Masson, 1984.
- J. Malchaire et al.: *Validité du test de rechauffement cutané dans le diagnostic du syndrome de Raynaud d'origine vibratoire*, Arch. Mal. Prof. 1986, 47,2.
- F. Gobbato: *Effetti sull'apparato circolatorio del rumore e delle vibrazioni trasmesse a tutto il corpo.* Fed. Med. 1985, 38, 5.
- E. Sartorelli: *Trattato di medicina del lavoro*, Padova, 1981.