

**ISPESL**

Istituto Superiore per la Prevenzione  
E la Sicurezza del Lavoro

# **LA COLONNA VERTEBRALE IN PERICOLO**

Vibrazioni meccaniche  
nei luoghi di lavoro:  
stato della normativa



*A cura di:*

Annamaria Faccini, Pietro Nataletti, Renato Gurin  
ISPESL, Dipartimento Igiene del Lavoro

Si ringrazia per la collaborazione il Gruppo di Lavoro che ha redatto le  
"Linee guida per la valutazione del rischio da vibrazioni negli ambienti di lavoro".

*Realizzazione, impianti e stampa:*

Marchesi Grafiche Editoriali S.p.A. - Roma

I conducenti e gli operatori di macchinari mobili che lavorano in posizione assisa sono esposti a vibrazioni e urti trasmessi al corpo intero attraverso il sedile e il pavimento.

È stato stimato che una frazione tra il 4 e 7% della forza lavoro in USA, Canada e alcuni Paesi Europei tra cui l'Italia è potenzialmente esposta a vibrazioni trasmesse a tutto il corpo di elevata intensità.

Studi epidemiologici dimostrano che i conducenti e gli operatori che lavorano in posizione assisa in un macchinario mobile (veicoli e macchinari edili e per la movimentazione merci, trattori agricoli e forestali, autocarri, gru a ponte, ecc.) sono più soggetti a sviluppare mal di schiena (localizzato nella parte bassa della colonna vertebrale) e sciatica prima di altre categorie di lavoratori.

La frequente esposizione a vibrazioni e urti ripetuti a livelli sufficientemente alti per mesi o anni possono provocare lesioni alle vertebre e ai dischi intervertebrali. Aumentando la durata e i livelli di esposizione,

aumenta la probabilità di soffrire di mal di schiena.  
 Una volta che si inizia ad avere mal di schiena,  
 le vibrazioni possono aumentare il dolore.

**Tabella 1** - Esempi di sorgenti di rischio di esposizione a vibrazioni al corpo intero

| <b>Tipologia di macchina</b>  | <b>Principali lavorazioni</b>              |
|---|--|
| Autobus e Pulman  | Trasporti - Turismo                        |
| Treni e Tram  | Trasporti                                  |
| Autogru   | Edilizia - Lapedei - Cantieristica         |
| Imbarcazioni e navi   | Pesca - Trasporti - Militare               |
| Camion e TIR  | Trasporti - Poste - Edilizia - Lapedei     |
| Gru   | Edilizia - Lapedei - Cantieristica         |
| Macchine movimento terra  | Edilizia - Foreste                         |
| Macchine agricole e forestali<br>(trattori, trebbiatrici, vendemmiatrici, ecc.) | Agricoltura - Foreste                      |
| Motocicli   | Forze di Polizia - Poste                   |
| Furgoni   | Distribuzione - Poste - Commercio          |
| Muletti   | Metalmeccanica-Lapedei-Legno-Distribuzione |
| Ambulanze   | Sanità                                     |
| Mezzi bellici<br>(carri armati, autoblindo, ecc.)                               | Esercito                                   |
| Trattrici a ralla   | Trasporti ferroviari e marittimi           |



## **EFFETTI DELLE VIBRAZIONI TRASMESSE AL CORPO INTERO**

L'esposizione occupazionale ad elevati livelli di vibrazioni trasmesse a tutto il corpo da macchine e/o veicoli industriali, agricoli, di trasporto pubblico o militari è associata ad un aumentato rischio di insorgenza di disturbi e lesioni a carico del rachide lombare.

Indagini di tipo trasversale e longitudinale hanno fornito una sufficiente evidenza epidemiologica per una relazione causale tra esposizione professionale a vibrazioni trasmesse a tutto il corpo e patologia del rachide lombare, mentre l'associazione tra vibrazioni e lesioni ad altri organi o apparati non è stata ancora adeguatamente documentata.

L'esposizione a vibrazioni trasmesse al tutto il corpo può causare una diminuzione delle prestazioni lavorative nei conducenti di macchine e/o veicoli e modificazioni dello stato di comfort nei passeggeri.

Vibrazioni a bassa frequenza ( $< 0.5$  Hz)

possono provocare disturbi

chinetosici definiti nel loro insieme come "mal dei trasporti".

### **Patologie del rachide lombare**

I risultati degli studi epidemiologici attualmente disponibili depongono per una maggior occorrenza di lombalgie e lombosciatalgie, alterazioni degenerative della colonna vertebrale (spondiloartrosi, spondilosi, osteocondrosi intervertebrale), discopatie e ernie discali lombari e/o lombosacrali nei conducenti di veicoli industriali e di mezzi di trasporto rispetto a gruppi di controllo non esposti a vibrazioni meccaniche.

Vi è una sufficiente evidenza epidemiologica che il rischio di insorgenza di patologie del rachide lombare aumenta con l'aumentare

della durata e dell'intensità dell'esposizione a vibrazioni trasmesse al corpo intero.

In un limitato numero di Stati membri dell'Unione Europea (Belgio, Francia, Germania, Olanda), alcune patologie del rachide, in particolare del tratto lombare, sono considerate di origine professionale in presenza di specifici requisiti relativi all'intensità e alla durata di esposizione alle vibrazioni, e come tali suscettibili di indennizzo.

Il ruolo delle vibrazioni nella etiopatogenesi delle alterazioni del rachide lombare non è ancora completamente chiarito poiché la guida di macchine o veicoli comporta non solo l'esposizione a vibrazioni potenzialmente dannose ma anche a fattori di stress ergonomico quali ad esempio una prolungata postura assisa o frequenti movimenti di flessione e torsione del rachide.

Inoltre, alcune categorie di autisti, come gli addetti a lavori di trasporto in vari settori commerciali, possono svolgere attività di sollevamento e spostamento di carichi manuali che rappresentano un'ulteriore fattore di stress per il tratto lombare del rachide.

Alcune caratteristiche individuali (età, indice di massa corporea, abitudine al fumo di tabacco, aspetti costituzionali), fattori di natura psicosociale e pregressi traumatismi alla schiena sono anche riconosciuti come importanti variabili predittive della comparsa di disturbi al rachide, in particolare di lombalgie.

Pertanto, i sintomi muscolo-scheletrici e le lesioni al rachide lombare negli autisti di macchine o veicoli rappresentano un complesso di alterazioni di origine multifattoriale nella cui etiopatogenesi intervengono fattori di natura sia occupazionale sia extra-occupazionale.

Ne deriva che risulta molto difficile separare il contributo delle vibrazioni da quello di altri fattori di rischio individuale ed ergonomico nell'insorgenza e/o aggravamento di disturbi del rachide.

Studi di biodinamica hanno tuttavia evidenziato i seguenti possibili meccanismi attraverso i quali le vibrazioni possono indurre lesioni all'apparato muscolo-scheletrico del rachide:

- (i) sovraccarico meccanico dovuto a fenomeni di risonanza della colonna vertebrale nell'intervallo di frequenza delle vibrazioni tra 3 e 10 Hz, con conseguente danno strutturale a carico dei corpi vertebrali, dischi e articolazioni intervertebrali;
- (ii) eccessiva risposta contrattile

dei muscoli paravertebrali causata da intenso stimolo vibratorio, con conseguenti fenomeni di strain e affaticamento muscolare.

### **Disturbi cervico-brachiali**

L'esposizione a vibrazioni con frequenze sovrapponibili alla frequenza di risonanza del corpo umano può amplificare la risposta muscolare della regione collo-spalla.

Alcuni studi epidemiologici hanno evidenziato un'aumentata occorrenza di disturbi cervico-brachiali nei conducenti di automezzi.

Diversi fattori ergonomici sono sospettati di essere all'origine di questi disturbi, quali i movimenti di rotazione e torsione del capo, i movimenti ripetitivi del sistema mano-braccio-spalla per azionare i comandi dei veicoli, e l'esposizione a vibrazioni meccaniche.

Tuttavia i pochi studi epidemiologici sinora condotti hanno dimostrato una debole associazione tra esposizione a vibrazioni e disturbi cervico-brachiali.

### **Disturbi digestivi**

Ricerche sperimentali hanno dimostrato che l'esposizione acuta a vibrazioni meccaniche può indurre un aumento dell'attività gastro-intestinale. Alcuni studi epidemiologici hanno riportato un'aumentata prevalenza di disturbi gastro-intestinali, gastrite e ulcera peptica in conducenti di veicoli.

L'associazione tra l'esposizione a vibrazioni meccaniche e disturbi dispeptici è risultata, tuttavia, debole.

Inoltre, alcuni di questi studi non presentavano un adeguato controllo di possibili, importanti, fattori di confondimento (ad es. fumo di tabacco, assunzione di bevande alcoliche, abitudini alimentari, turni lavorativi, stress).

Pertanto, il problema se l'esposizione a vibrazioni possa determinare disturbi digestivi rimane ancora aperto; è tuttavia probabile che i disturbi digestivi rappresentino un effetto minore dell'esposizione a vibrazioni trasmesse al corpo intero.

### **Effetti sull'apparato riproduttivo**

È possibile che l'esposizione a vibrazioni meccaniche possa causare alcuni effetti nocivi sull'apparato riproduttivo femminile.

Disturbi del ciclo mestruale, processi infiammatori e anomalie del parto sono stati riportati in donne esposte a vibrazioni con frequenze tra 40 e 55 Hz. In un studio epidemiologico di popolazione

su aborto spontaneo e mortalità prenatale senza malformazioni congenite, quest'ultimo evento presentava un'incidenza maggiore di quella attesa in donne lavoratrici esposte a vibrazioni nel settore dei trasporti. Ulteriori ricerche sono necessarie per confermare tali dati.

### **Disturbi circolatori**

Nella letteratura scientifica viene suggerita un'associazione tra esposizione a vibrazioni e rischio di insorgenza di emorroidi e varici venose degli arti inferiori.

Nell'ambito di tale possibile associazione, l'esposizione a vibrazioni potrebbe agire come fattore concorrente in combinazione con la prolungata postura assisa tipica dei conducenti di automezzi e veicoli.

Una elevata pressione intra-addominale sembra anche avere un ruolo nel meccanismo patogenetico di tali affezioni. Si tratta comunque di un'evidenza piuttosto debole.

### **Effetti cocleo-vestibolari**

Una prolungata esposizione a vibrazioni meccaniche sembra poter aggravare l'ipoacusia provocata dal rumore. L'esposizione combinata a vibrazioni e rumore sembra causare uno spostamento temporaneo della soglia uditiva alle alte frequenze (6-10 kHz) maggiore di quello provocato dall'esposizione al solo rumore. Il meccanismo patogenetico di tale effetto sinergico sull'organo dell'udito non è stato ancora chiarito.

Una iporeflettività vestibolare ed una più elevata prevalenza di turbe vestibolari sono state descritte in lavoratori esposti a vibrazioni trasmesse al corpo intero, ma il significato di un'associazione tra vibrazioni e disturbi vestibolari è dubbio.

### **Il mal di schiena? Ha molteplici cause.....**

**Una scorretta posizione di guida**

**Una prolungata postura assisa**

**Una scarsa visibilità che costringe il conducente a movimenti di torsione ed estensione**

**Cattive condizioni del sedile**

**Guida troppo veloce su un fondo stradale dissestato**

**Attività che comportano una sollecitazione sulla schiena, come spostare oggetti pesanti ecc.**



## CHE COSA FARE?

In generale vanno considerati esposti a vibrazioni trasmesse al corpo tutti quei lavoratori che prestino la loro abituale attività alla guida o comunque a bordo dei seguenti automezzi:

- trattori e altre macchine agricole e forestali;
- camion industriali: carrelli elevatori, autogru, ruspe, benne, ecc.;
- veicoli e macchinari da escavazione nei comparti estrattivi e delle costruzioni;
- treni, autobus, e sistemi di trasporto su strada o rotaia.

Per poter valutare correttamente il rischio da esposizione a vibrazioni trasmesse al corpo intero è necessario:

1. identificare le fasi lavorative comportanti l'esposizione a vibrazioni e valutare i tempi di esposizione effettiva alle vibrazioni associati a ciascuna fase;
2. individuare macchinari ed utensili utilizzati in ciascuna fase.

Al fine di pianificare le successive fasi valutative è in genere utile acquisire preliminarmente le seguenti informazioni:

- tipologia di macchinari che espongono a vibrazioni e principali utensili/accessori ad essi collegati; applicazioni per cui ciascun macchinario è utilizzato e relative modalità di impiego;
- condizioni operative ove siano percepite le vibrazioni di maggior entità da parte degli operatori;
- fattori che possono influenzare maggiormente

l'esposizione a vibrazioni ed incrementarne i potenziali effetti dannosi, quali velocità di avanzamento, tipologia di terreno, stato di manutenzione, tipologia di sedile, vetustà del macchinario, posture assunte dal guidatore durante la guida, ulteriori fattori di rischio per la colonna vertebrale cui è esposto il lavoratore (es. movimentazione manuale di carichi).

### **Ridurre il livello di vibrazioni del macchinario e scelta del macchinario mobile che vibra di meno**

Aggiungere nelle specifiche tecniche delle vostre future macchine una sezione "vibrazioni" in cui si afferma che il livello di vibrazioni deve essere il più basso possibile.

Il rischio di patologie alla colonna vertebrale aumenta con il livello di esposizione.

Al di sopra degli  $0,6 \text{ m/s}^2$  esiste un rischio potenziale e al di sotto degli  $0,6 \text{ m/s}^2$  gli studi epidemiologici non sono stati in grado, finora, di individuare un rischio.

I valori del livello di vibrazioni contenuti nei manuali del costruttore delle attrezzature possono essere d'aiuto per confrontare i vari veicoli, ma i livelli citati possono essere più bassi di quelli misurati in una situazione reale, che inoltre possono variare considerevolmente in base al tipo di terreno e alla velocità del veicolo. In caso di dubbio, è preferibile eseguire la misurazione.

Gli strumenti moderni non richiedono che il macchinario sia fermato ma non sono facili da usare ed è consigliabile l'intervento di uno specialista di igiene industriale per valutare l'esposizione, diagnosticare il rischio e raccomandare soluzioni per la prevenzione.

### **Scegliere il macchinario mobile adatto per il tipo di lavoro e di terreno**

Molti conducenti sono costretti a movimenti di torsione, come in fase di retromarcia, costringendo la colonna vertebrale a subire ulteriori stress.

In altri casi, il conducente potrebbe essere costretto a sporgersi in avanti per controllare lo spazio di manovra.

Tali posture possono essere ancora più dannose se l'intensità delle vibrazioni è alta o quando si verificano urti.

Quando la cabina del conducente è munita di un pannello di comandi aggiuntivo, verificare che sia adatto alla statura degli autisti e facilmente raggiungibile. Guidare su terreni non asfaltati o su strade sconnesse (buche, dossi e cunette improvvisi, ostacoli, ecc.) in veicoli con sospensioni difettose o inesistenti, aumenta il rischio.

Non bisogna trascurare la scelta dei pneumatici, che possono ridurre le vibrazioni provocate da piccoli ostacoli del terreno. Sono preferibili le gomme meno gonfie a quelle dure, in quanto sono più morbide.

La velocità del veicolo è sempre un fattore aggravante, specialmente agli incroci e quando si guida su un fondo irregolare. I conducenti dovrebbero adottare uno stile di guida fluido.

### **Ottimizzare il sedile del conducente**

Assicurarsi che il veicolo sia in buone condizioni, soprattutto il sedile del conducente e le sospensioni della cabina e del telaio: tutte le componenti devono essere controllate e lubrificate, seguendo le raccomandazioni del costruttore.

Controllare che il sedile sia in perfetto ordine e che l'imbottitura del sedile non sia deformata. Solitamente i sedili ammortizzati hanno vita più breve di quella dei veicoli su cui sono collocati. A loro volta, gli ammortizzatori per i sedili hanno una vita più breve di quella del sedile e all'occorrenza devono essere sostituiti immediatamente.

### **Scegliere il giusto sedile ammortizzato**

È sempre preferibile abbinare diverse misure preventive. La migliore strategia antivibrazioni è rappresentata da un veicolo munito di cabina ammortizzata a bassa frequenza o telaio con sospensioni e, se possibile, di sedili ammortizzati.

Verificare presso il fornitore del macchinario che i sistemi di sospensioni siano efficaci

per le applicazioni programmate per il macchinario mobile.

In alcuni casi il solo sedile ammortizzato può essere sufficiente a ridurre efficacemente le vibrazioni verticali trasmesse all'operatore, viceversa un sedile non idoneo può amplificare le vibrazioni. Ad ogni modo, l'efficienza del sedile ammortizzato dipende da un certo numero di condizioni preliminari.

- Il tipo di sospensione deve essere adatta al macchinario mobile su cui è montata: sedili compatti con sospensioni meccaniche sono montati soprattutto su carrelli elevatori con una portata inferiore a 2,5 t e su alcune macchine edili "mini". Non sono raccomandati per le altre macchine mobili. Sedili a sospensione non compatti, in cui i cuscini del sedile e lo schienale si spostano verticalmente, vengono spesso usati su macchine a movimento terra. I sedili a sospensioni pneumatiche si montano sempre più spesso su autocarri e trattori agricoli.
- Il sedile deve essere dotato di dispositivi per la regolazione identificabili e facili da usare, che permettano al conducente di regolare da solo il sedile in base alla sua statura, al suo peso e al suo comfort di guida, secondo le istruzioni del costruttore.

Il vostro rivenditore saprà consigliarvi.

Richiedete sedili che siano stati sottoposti a test sulle vibrazioni per la categoria di veicolo che volete allestire (la certificazione è obbligatoria per i nuovi sedili per trattori agricoli).



## **MIGLIORARE IL COMFORT E LA POSTURA DEL CONDUCENTE**

### **Incoraggiare i conducenti a regolare il sedile alla loro statura e al loro peso**

La regolazione del sedile del conducente è essenziale. Per regolare il sedile al peso del conducente, bisogna collocare le sospensioni in posizione intermedia.

Questa condizione consente il corretto funzionamento delle sospensioni e l'attenuazione delle vibrazioni verticali.

È importante che il conducente comprenda l'importanza di questa operazione e del suo uso scorretto:

per esempio, non dovrebbe utilizzarla per regolare l'altezza dei cuscini del sedile, perché in questo modo rende inefficaci le sospensioni.

Le sospensioni pneumatiche dei sedili si regolano automaticamente in posizione media. È inoltre molto importante regolare il sedile in avanti o indietro e l'altezza e l'inclinazione dello schienale: il conducente deve essere in grado di arrivare ai pedali senza sforzo.

Quando la cabina contiene altra strumentazione, questa deve essere facilmente accessibile stando seduti, oltre ad essere di facile uso e comodo uso.

### **Organizzare turni di lavoro**

Una posizione assisa prolungata può aggravare il mal di schiena.

Occorre programmare la turnazione di operatori e conducenti per ridurre la loro esposizione alle vibrazioni nei veicolo, nei macchinari e nelle situazioni lavorative

che producono i più alti livelli di vibrazione.

Dopo un lungo periodo di guida, consigliare ai conducenti di stendere i muscoli prima di scendere dal veicolo e di non saltar giù dalla cabina.

Essi inoltre dovrebbero evitare di sollevare carichi pesanti subito dopo aver guidato.

È altrettanto importante verificare le condizioni delle strade. Le buche o le cunette provocano e maggiori vibrazioni rispetto a una superficie relativamente uniforme.