

Il ruolo delle vibrazioni corpo intero

nella genesi della patologia
degenerativa discale
e spondiloartrosica

Fisiopatologia ed
epidemiologia occupazionale

Francesco Genna
Direttore SC Prevenzione Sicurezza Ambienti di Lavoro
ATS Brianza

14 maggio 2026 – Politecnico di Milano
Polo Territoriale di Lecco – via Previati 1C



Burden ed esposizione

LBP: tra le principali cause di disabilità (YLDs) nel mondo

WBV occupazionale
↑ rischio di LBP e sciatica

Co-fattori: postura seduta
+ movimentazione carichi
+ shock/urti

Ruolo PSAL: valutazione
+ prevenzione primaria
+ sorveglianza mirata

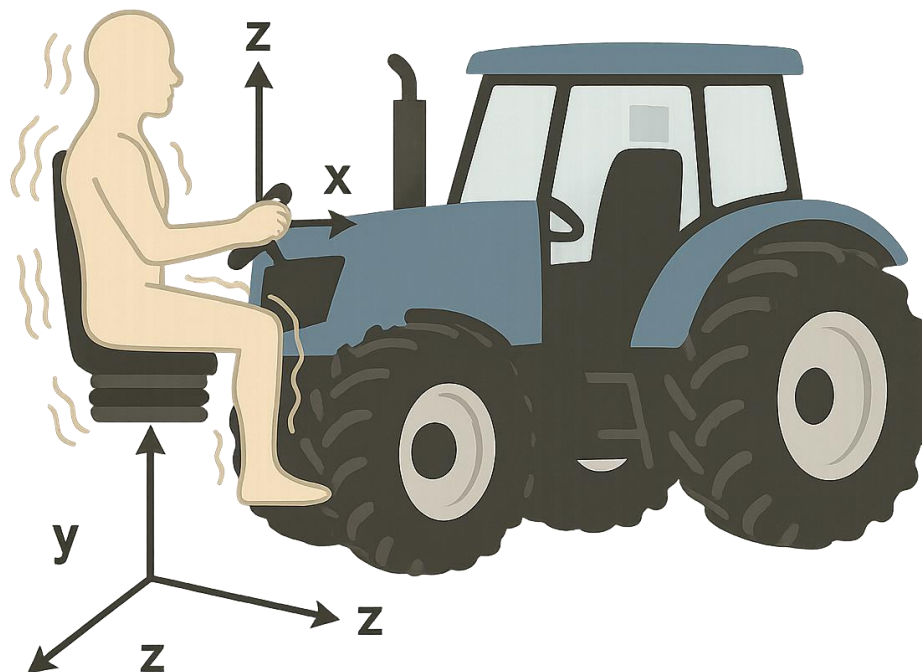
SISTEMA



Cosa sono le vibrazioni corpo intero e come si misurano

MISURA (SEDIA/PEDANA)

WHOLE-BODY VIBRATION





[/PAF](#) > VIBRAZIONI CORPOINTERO

NORMATIVA Vibrazioni Trasmesse al Corpo - Intero

La misura del livello di esposizione alle vibrazioni trasmesse al corpo intero (WBV) deve essere effettuata - ai sensi del d.lgvo 81/2008-in accordo con quanto prescritto dallo standard UNI – EN ISO 2631-1:2014. "Vibrazioni meccaniche e urti - Valutazione dell'esposizione dell'uomo alle vibrazioni trasmesse al corpo intero - Parte 1: Requisiti generali". Si ricorda che il contenuto della norma nella edizione del 2014 è stato opportunamente integrato recependo quanto contenuto nel testo della ISO 2631-1:1997/Amd.1:2010. In particolare tale emendamento esplicita che metodiche alternative di valutazione in presenza di vibrazioni impulsive o urti ripetuti che presentino fattori di cresta superiori a 9 sono contenute nello Standard ISO 2631-5 "Mechanical vibration and shock - evaluation of human exposure to whole-body vibration - Part 5: Method for evaluation of vibration containing multiple shocks".

[Home](#)

[Corsi, Webinar, Eventi PAF](#)

[Podcast](#)

[Rumore](#)

[Vibrazioni Mano-Braccio](#)

[Vibrazioni Corpo Intero](#)

[Descrizione del rischio](#)

[Guida all'uso](#)

[Banca dati](#)

[Banca dati](#)

[Procedura guidata di valutazione](#)

[Normativa](#)

[Calcolo Esposizione](#)

[Prevenzione e protezione](#)

[Documentazione](#)



Di seguito si elenca la normativa inerente la certificazione dei valori di emissione delle vibrazioni WBV trasmesse dai macchinari o di riduzione del rischio in sede di progetto o uso durante il lavoro

Norma UNI EN 30326-1 (1997) "Vibrazioni meccaniche - Metodo di laboratorio per la valutazione delle vibrazioni sui sedili dei veicoli. Requisiti di base";

Norma UNI EN 12096 "Vibrazioni meccaniche – Dichiarazione e verifica dei valori di emissione vibratoria".

Norma UNI EN 14253 (2008) Vibrazioni meccaniche - Misurazione e calcolo della esposizione alle vibrazioni trasmesse all'intero corpo al fine di tutelare la salute dell'operatore - Guida pratica

Norma UNI CEN/TR 15172-1 (2008) Vibrazioni al corpo intero - Linee guida per la riduzione del rischio da vibrazione - Parte 1: Metodo tecnico progettuale per la progettazione delle macchine

Norma UNI CEN/TR 15172-1 (2008) Vibrazioni al corpo intero - Linee guida per la riduzione del rischio da vibrazione - Parte 2: Misure di prevenzione sul posto di lavoro

[ISO 2631-1:1997/Amd.1:2010\(en\)](#)

INDICATORI DI ESPOSIZIONE - A(8): esposizione giornaliera

Definizione A(8) = accelerazione equivalente su 8 ore.

Rappresenta il livello medio di vibrazione durante la giornata lavorativa

Basato sul valore r.m.s. (root mean square)

Misurazione sui tre assi (x, y, z)

Si considera: asse peggiore oppure combinazione

$$RSS = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2}$$

- ❖ Unità di misura: m/s^2

- ❖ Caratteristiche
 - Adatto a esposizioni continue
 - Usato nella normativa
 - Poco sensibile a shock e urti

INDICATORI DI ESPOSIZIONE - VDV

Definizione VDV (Vibration Dose Value) = dose complessiva di vibrazione.

Tiene conto anche dei picchi impulsivi

❖ Come si calcola VDV

Elevazione alla quarta: amplifica l'effetto degli urti

$$VDV = \left(\int a(t)^4 dt \right)^{1/4}$$

❖ Unità di misura: $m/s^{1.75}$

❖ Caratteristiche

Molto sensibile a:

- Urti
- vibrazioni impulsive
- terreni sconnessi

Ideale per:

- trattori
- macchine movimento terra

❖ Quando usarlo

Quando A(8) sottostima il rischio (es. presenza di shock ripetuti)

Caratteristica	A(8)	VDV
Tipo	Media energetica	Dose cumulativa
Sensibilità shock	 bassa	 alta
Uso principale	Normativa	Analisi approfondita
Unità	m/s^2	$m/s^{1.75}$

DIRETTIVA 2002/44/CE RISCHIO VIBRAZIONI

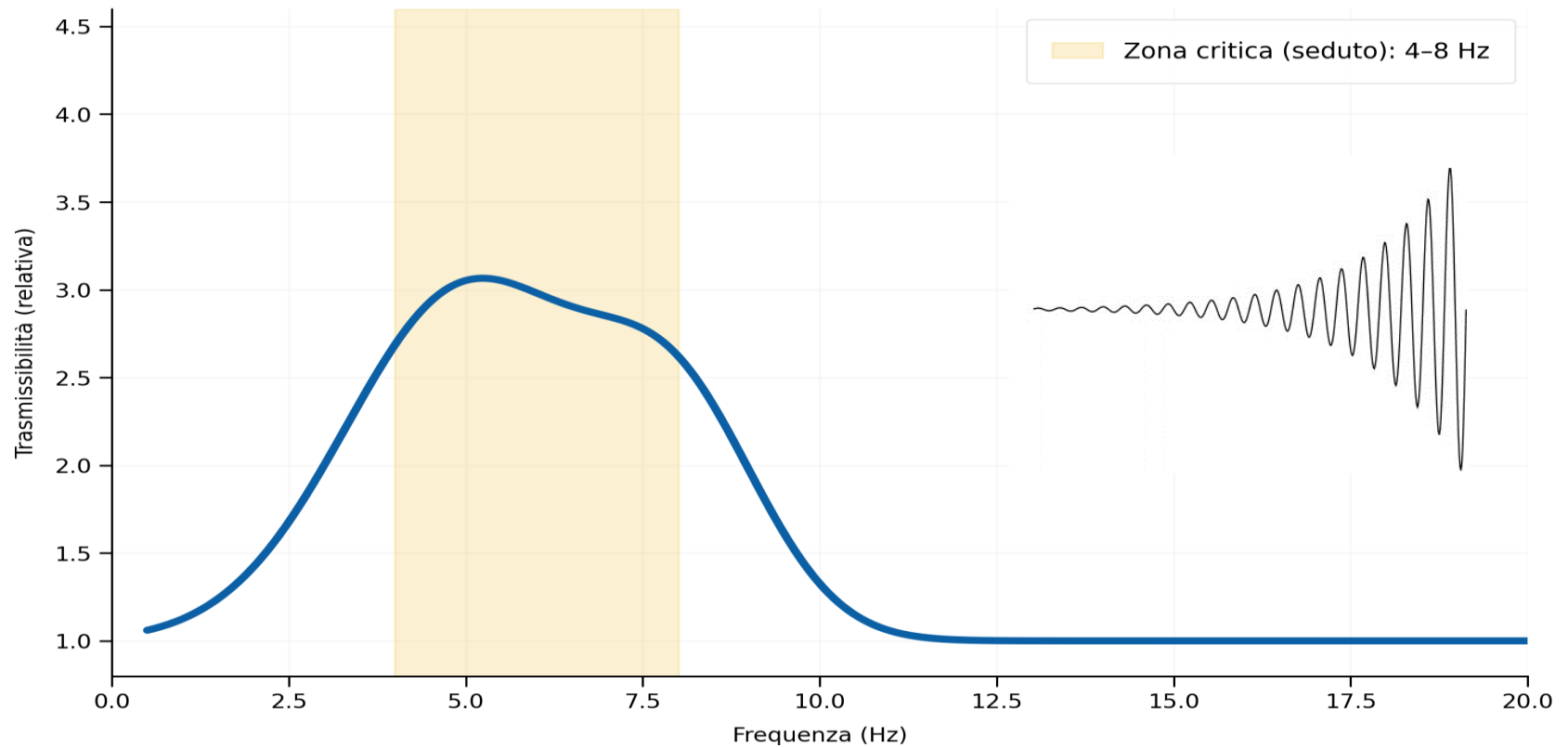
UE:

Action value $A(8) = 0,5 m/s^2$

Limit value $A(8) = 1,15 ms^2$

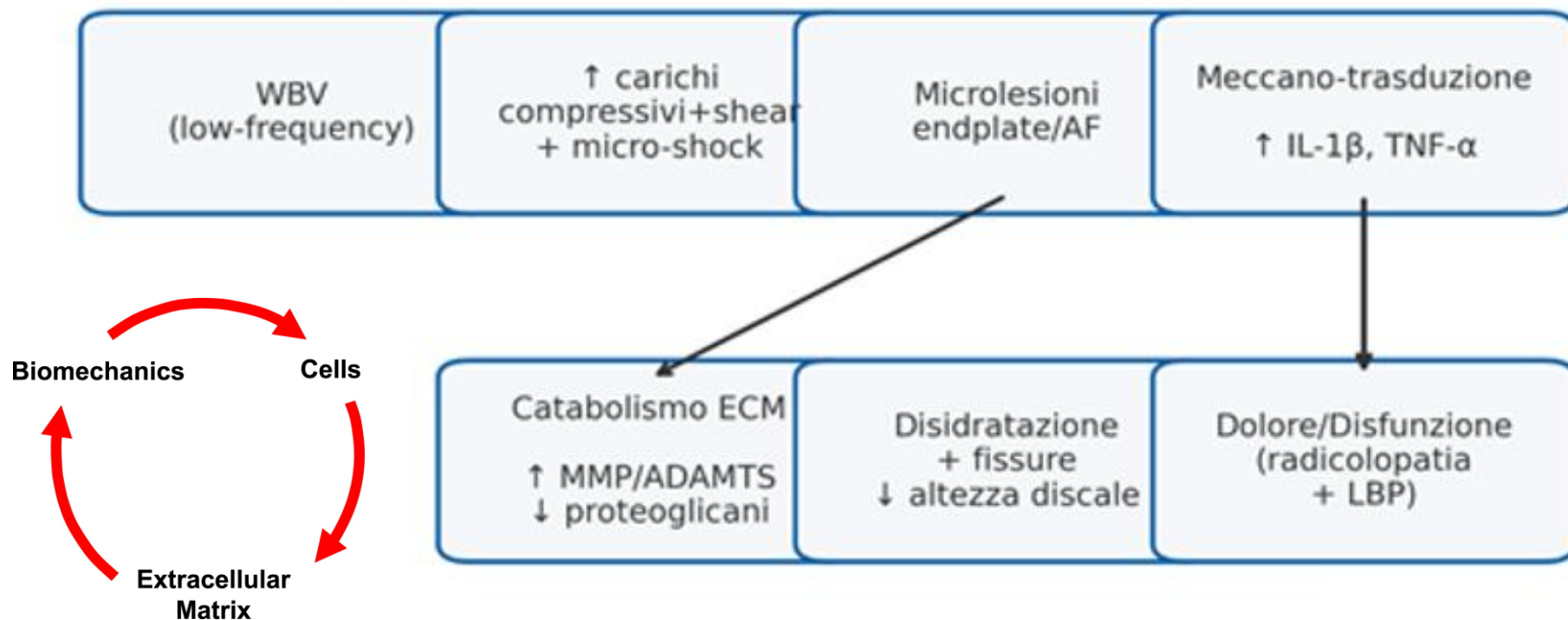
Biodinamica: risonanza ($\approx 4-8$ Hz) e carico lombare

Biodinamica: risonanza e amplificazione della vibrazione (schema)



Fonti: Seidel H et al. Int Arch Occup Environ Health. 1986;57:207-223.
Seidel H et al. Clin Biomech. 2001;16(Suppl 1):S57-S63.

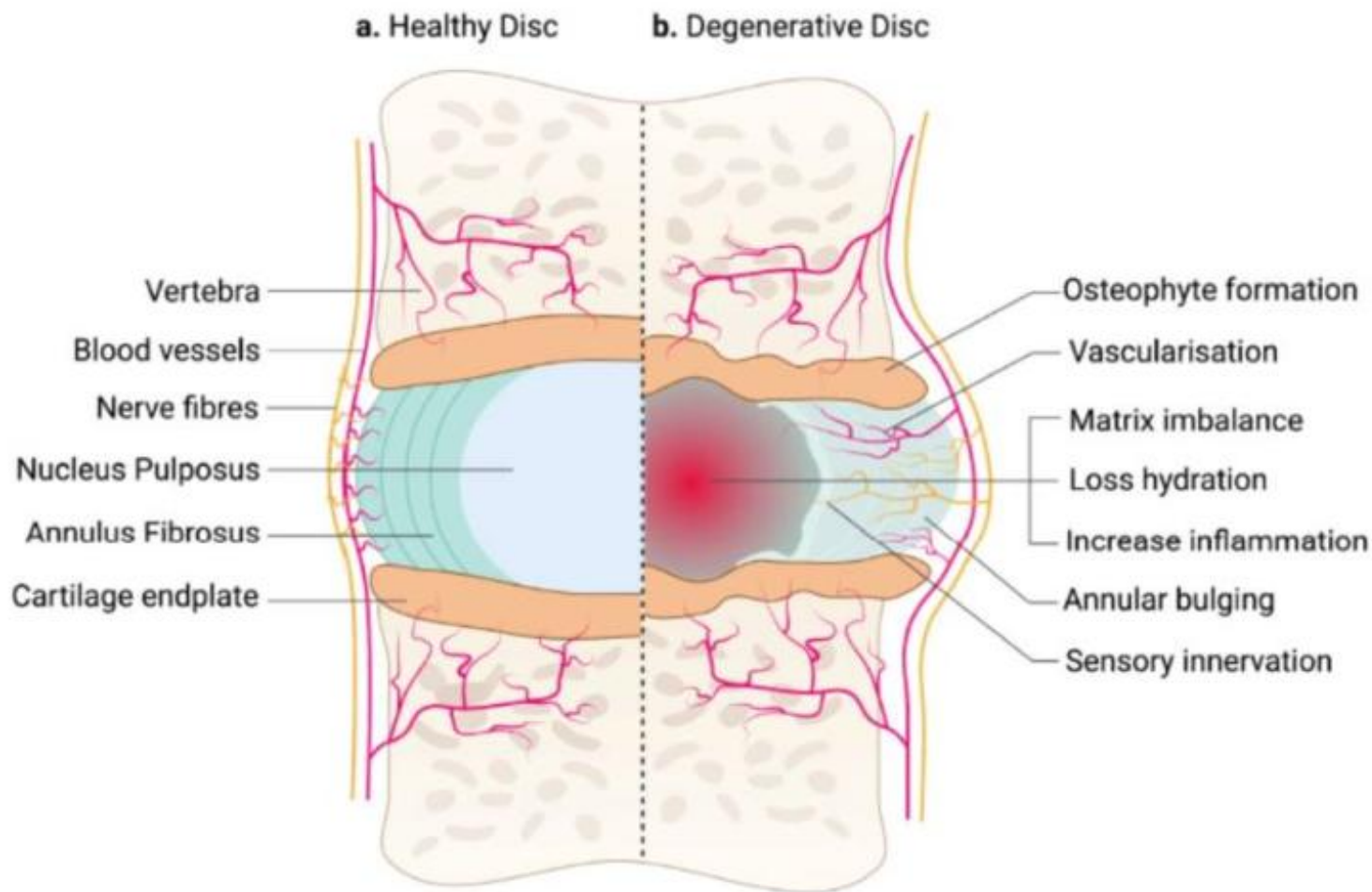
La cascata meccano-biologica



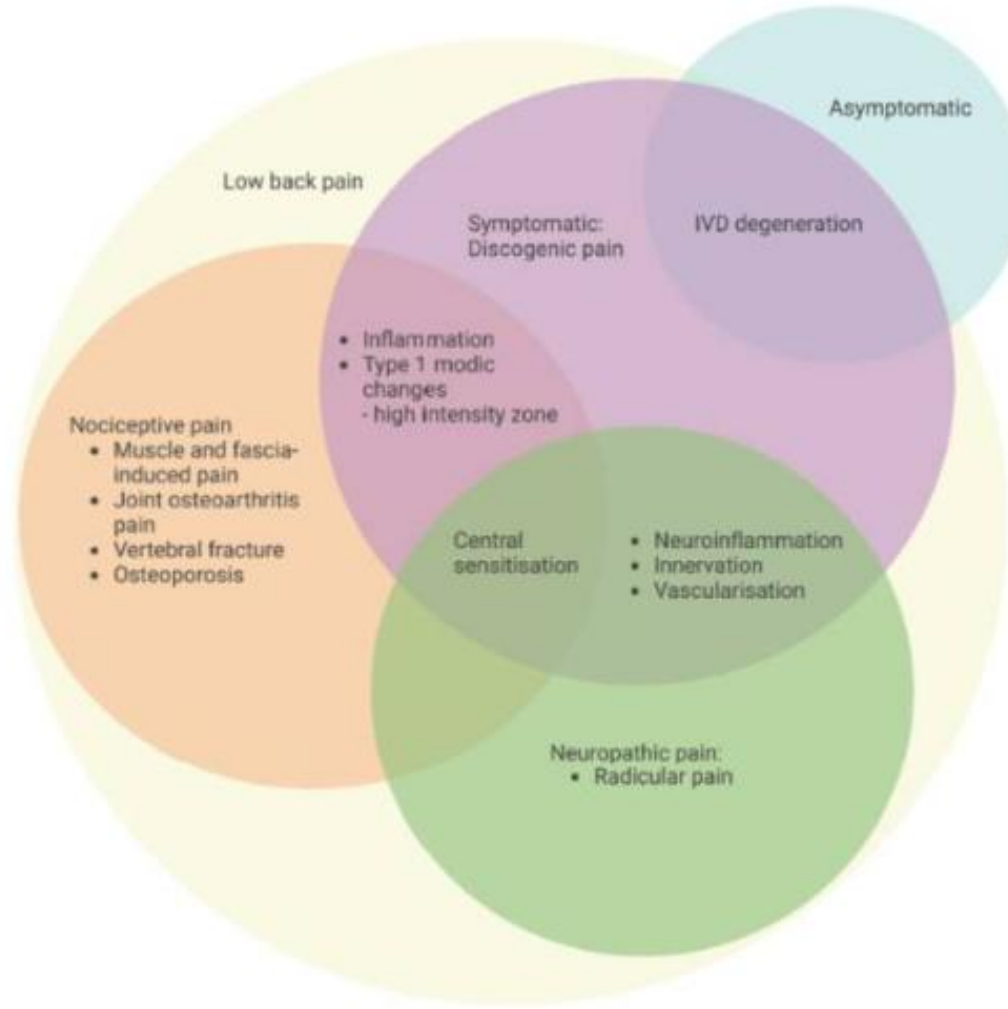
Fonti: Adams MA, Roughley PJ. Spine. 2006;31:2151–2161. PMID: 16915105.

Johnson ZI et al. Eur Cell Mater. 2015;30:104–117. PMID: 26388614.

| Oichi T et al. JOR Spine. 2020;3:e1076. PMID: 32211588.



Low Back Pain - multifattorialità



Topo: 45 Hz, 0.3 g, 30 min/die →

- ↓ altezza discale
- ↑ IL-1 β → ↑ Mmp3/Mmp13/Adams5

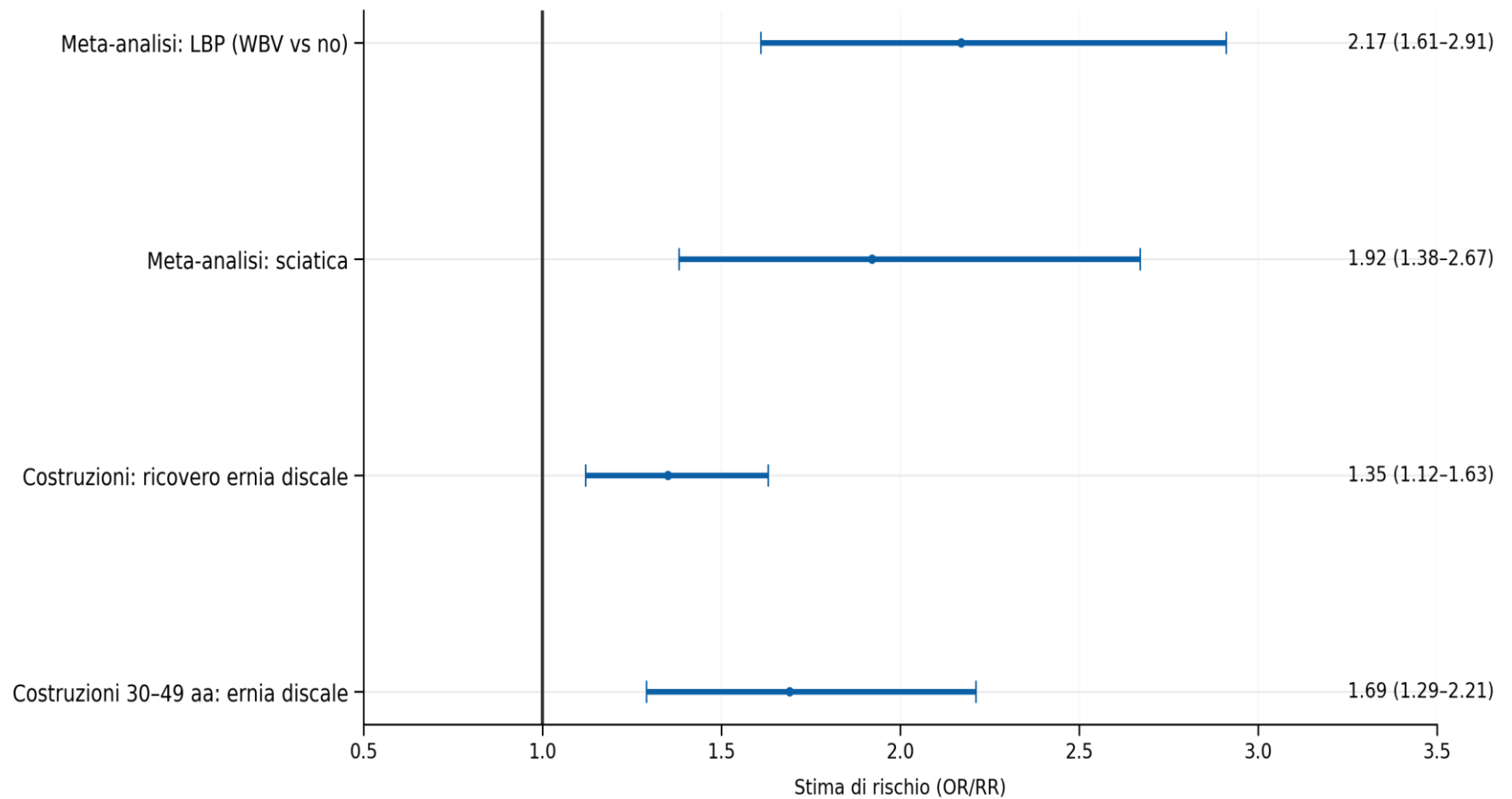
Ratto: 8 Hz → dolore persistente

- attivazione microglia/astroglia

Ratto: 8–11 Hz → ↑ NGF sierico
(ma possibili risultati istologici discordanti)

Evidenza epidemiologica: rischio ↑ e dose–risposta

Evidenza epidemiologica: aumento di rischio associato a WBV



Fonti: Burström L et al. Int Arch Occup Environ Health. 2015;88:403–418. PMID: 25142739.
Wahlström J et al. Int Arch Occup Environ Health. 2018;91:689–694. PMID: 29855719.

Imaging e “degenerazione”: evidenze contrastanti

- Revisione imaging: evidenza moderata di nessuna associazione WBV ↔ degenerazione discale
Possibili spiegazioni:
 - 1) l'imaging misura 'struttura' e spesso in modo grossolano; non sempre cattura microlesioni dell'endplate, infiammazione locale o alterazioni biochimiche precoci;
 - 2) l'esposizione in molti studi di imaging è stimata, non misurata con precisione; quindi può esserci un errore che attenua l'associazione;
 - 3) la lombalgia è multifattoriale; la WBV può agire più sulla soglia del dolore, sulla fatica muscolare, o su pattern funzionali, che non su un singolo segno radiologico
- Dolore ≠ imaging: fenotipi e variabilità clinica
- Nesso causale/medico-legale: non basta una RM, prima integrare dose WBV + co-fattori + clinica (tipo di dolore, radicolopatia, limitazioni)

Implicazioni PSAL e Medico Competente: prevenzione + sorveglianza

Prevenzione WBV: gerarchia degli interventi



Take-home messages

- WBV occupazionale: associazione consistente con lombalgia/sciatica; presente dose–risposta
- Plausibilità biologica: risonanza + microlesioni + infiammazione/catabolismo
- Imaging non sempre concorde: serve integrazione clinico-positiva
- Prevenzione efficace = gerarchia interventi + sorveglianza mirata

Fonti chiave: Burström L PMID: 25142739.

Wahlström J PMID: 29855719.

Seidel H PMID: 3957440; 11275343.

Macedo LG PMID: 34744062.

Parte seconda Epidemiologia occupazionale

LBP (Low Back Pain): burden globale. Stime di prevalenza sulla popolazione.

Nel 2020 il LBP ha interessato ~619 milioni di persone nel mondo

Proiezione: ~843 milioni di casi entro il 2050 (invecchiamento e crescita popolazione)

È la prima causa mondiale di disabilità (Years Lived with Disability, YLDs)

Fonti: WHO Fact sheet “Low back pain” (19/06/2023)
GBD 2021 LBP Collaborators, Lancet Rheumatology 2023.



Institute for Health Metrics and Evaluation

<https://www.healthdata.org> › research-analysis › gbd

Global Burden of Disease (GBD)

Incidenza del LBP: nuovi casi (stima GBD)

Stime GBD, basate su modelli Bayesiani (DisMod-MR) per armonizzare fonti diverse, indicano **centinaia di milioni di nuovi casi/anno** a livello globale

Esempio da analisi su GBD: ~245,9 milioni di casi incidenti/anno (stima su estrazioni GHDx)

Analisi GBD 2021 (2021): ~266,9 milioni di nuovi casi

Dato il volume enorme di casi, *dal punto di vista prevenzioniticoche anche piccole riduzioni di rischio/esposizione hanno impatto macro.*

Quota attribuibile a fattori occupazionali (GBD)



Institute for Health Metrics and Evaluation

<https://www.healthdata.org> › research-analysis › gbd

Global Burden of Disease (GBD)

- GBD: una quota rilevante della disabilità da LBP è attribuibile a fattori modificabili
- Nel 2020 una quota stimata di ~38,8% degli YLDs per LBP è attribuita a fattori occupazionali + fumo + BMI elevato
- Implica prevenzione integrata: ergonomia/organizzazione + stili di vita + gestione comorbidità

Indicazione prevenzionistica: *priorità a interventi sulla fonte e sull'organizzazione (mezzo, sedile, manutenzione, percorsi, pause e job rotation); poi sorveglianza e gestione precoce dei sintomi.*

Dati nazionali specifici su LBP sono spesso stimati tramite GBD; confronti richiedono metodi standardizzati

EHIS 2019 (Italia): ~24,1% adulti (~10,5 milioni) riferisce dolore cronico (≥ 3 mesi) — indicatore di contesto

Per la parte occupazionale: le denunce INAIL (MP) offrono una prospettiva diversa (denunce \neq prevalenza)

INAIL Open Data semestrali (MP): come estrarremo i dati

Dataset: “Malattie professionali” (cadenza semestrale; data protocollo / data definizione)

Livelli richiesti: Italia, Regione Lombardia, ATS Brianza (Provincia di Lecco)

Patologie target (testo/ICD): protrusioni discali, ernie del disco, discopatie

Filtro “WBV”: selezione dell’agente/rischio “vibrazione corpo intero” (se presente come campo causale)

Output in slide: conteggi e trend semestrali + confronto “tutte le cause” vs “solo WBV”

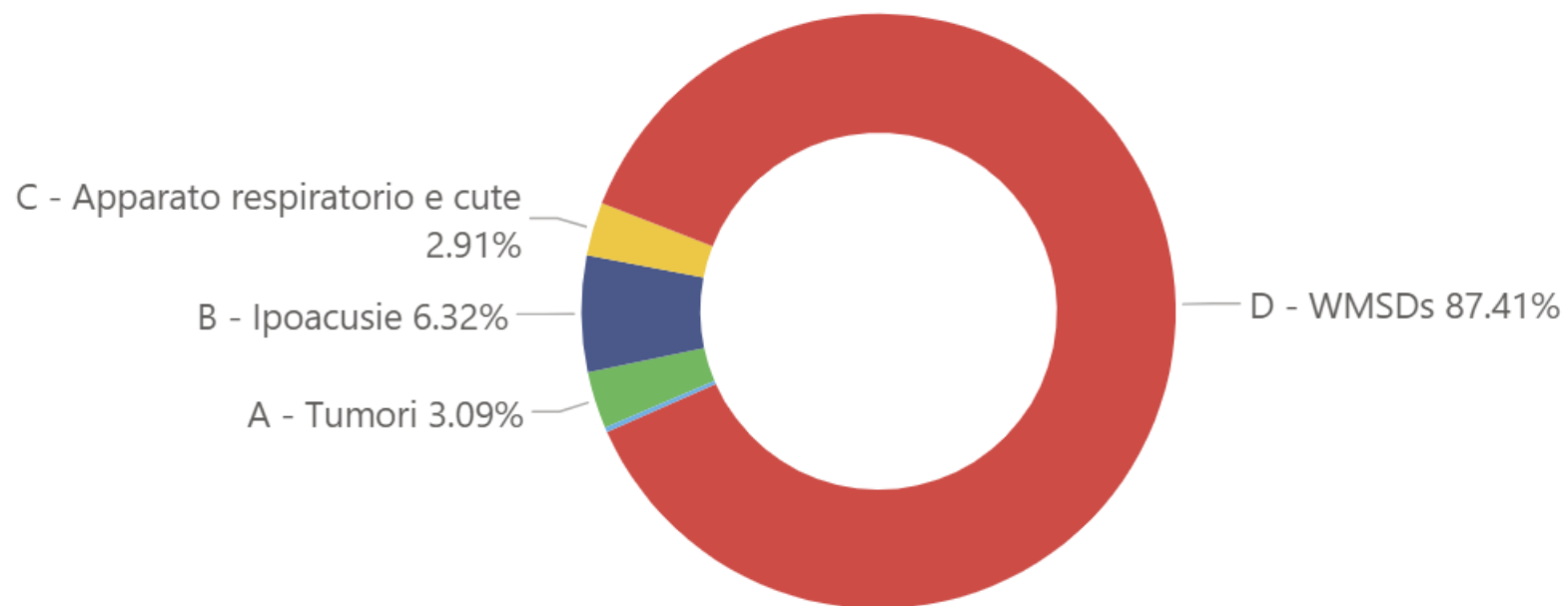
INAIL: note di interpretazione

“Denunce” ≠ “riconoscimenti” (esiti amministrativi e tempi di definizione possono differire)

Possibili variazioni di codifica/diagnosi nel tempo e tra territori
WBV spesso co-esiste con altri co-fattori (MMC, posture, micro-shock): attenzione all’attribuzione mono-causale

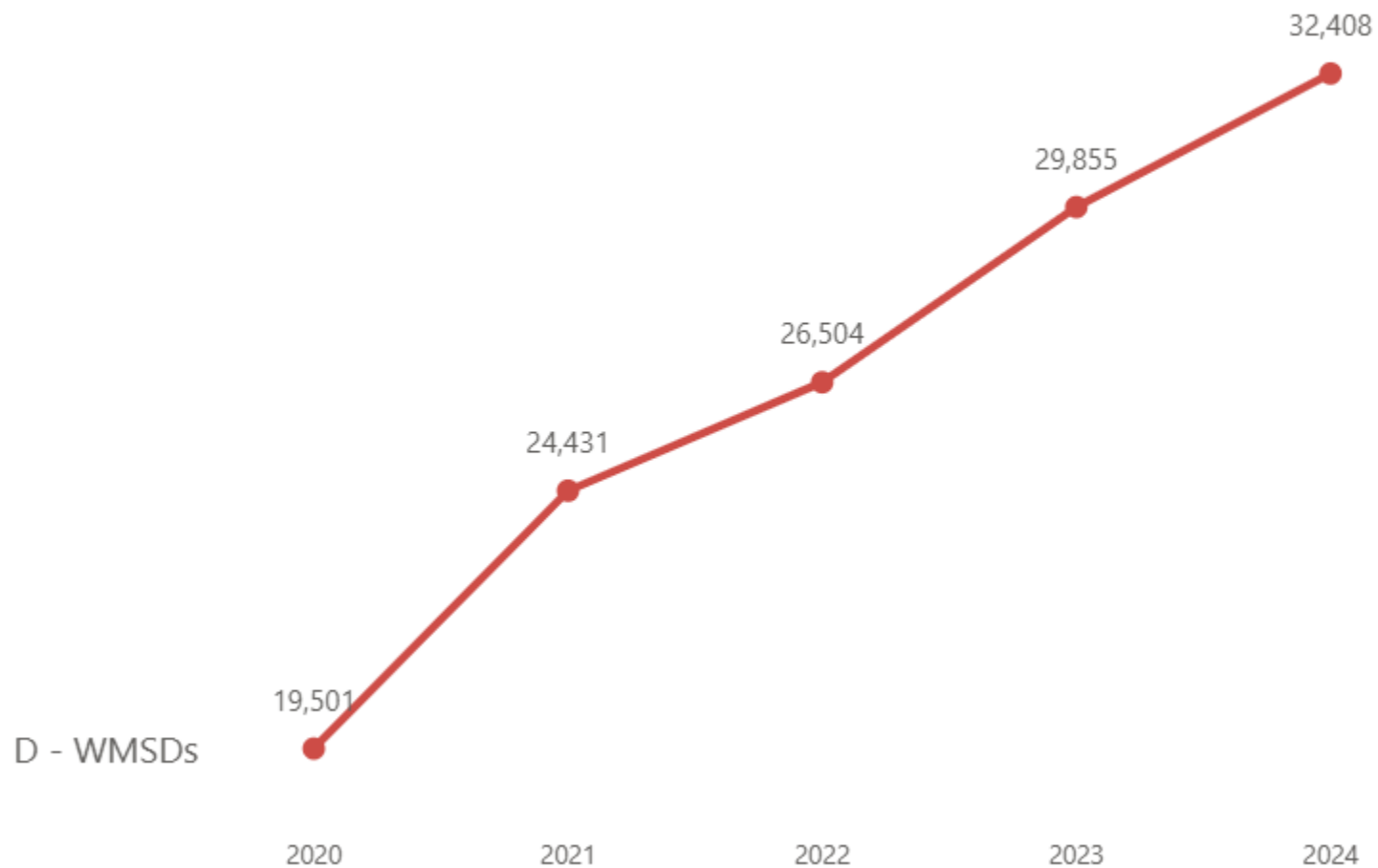
Confronti territoriali: usare tassi su addetti se disponibili;
altrimenti presentare conteggi con cautela

Grandi gruppi di patologie riconosciute per anno protocollo

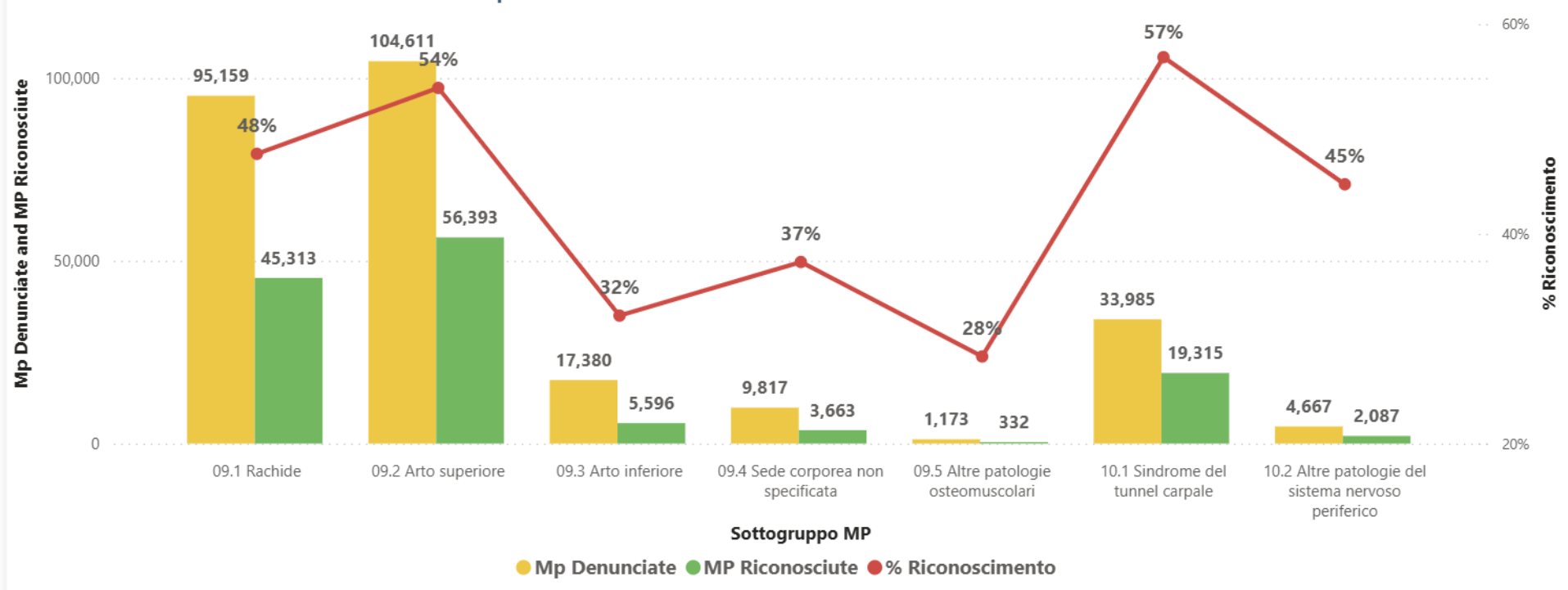


Italia

WMSDs riconosciute per anno protocollo

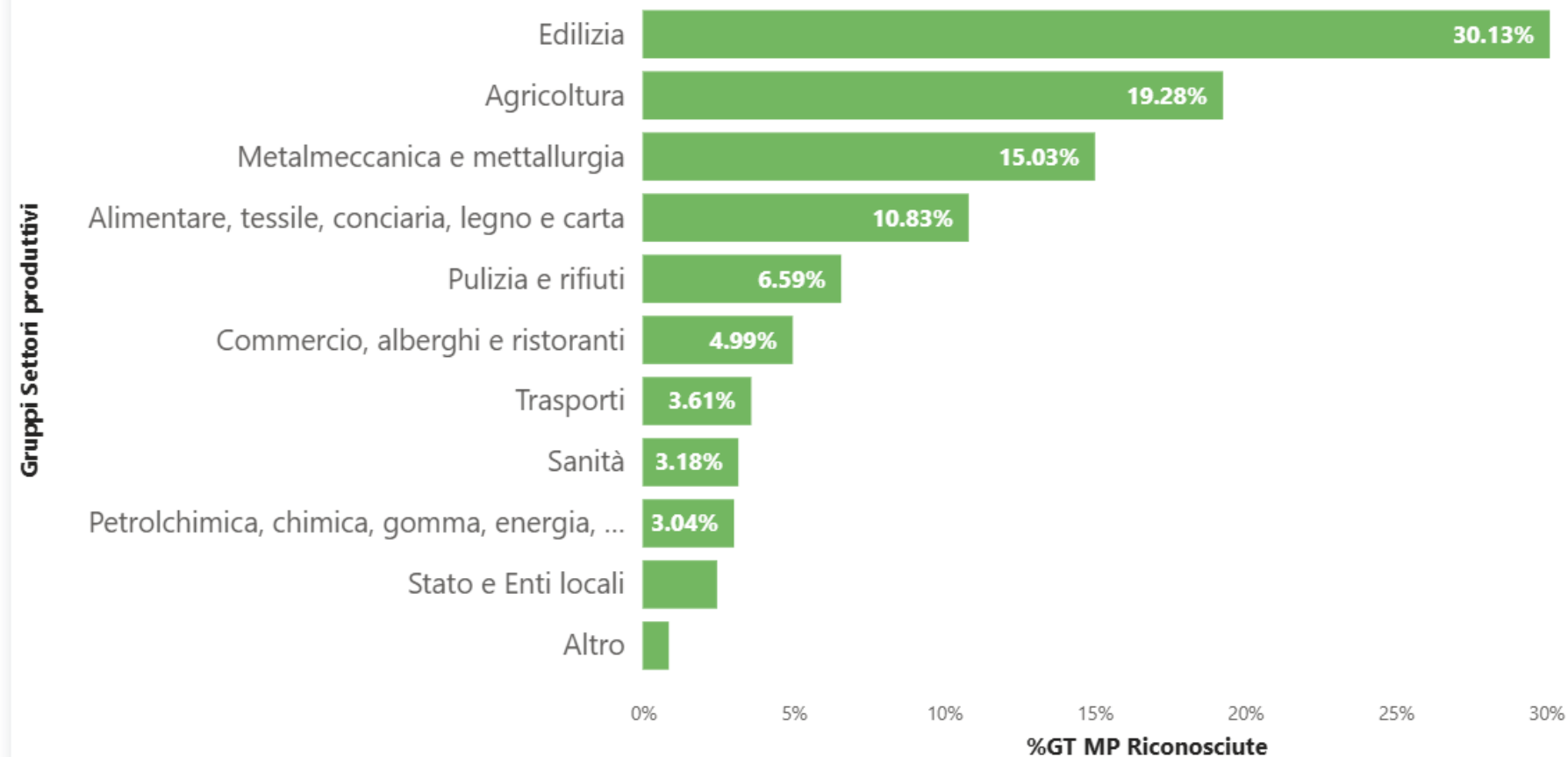


Malattie muscoloscheletriche e del sistema nervoso periferico - WMSDs



Italia

%GT MP Riconosciute by Gruppi Settori produttivi



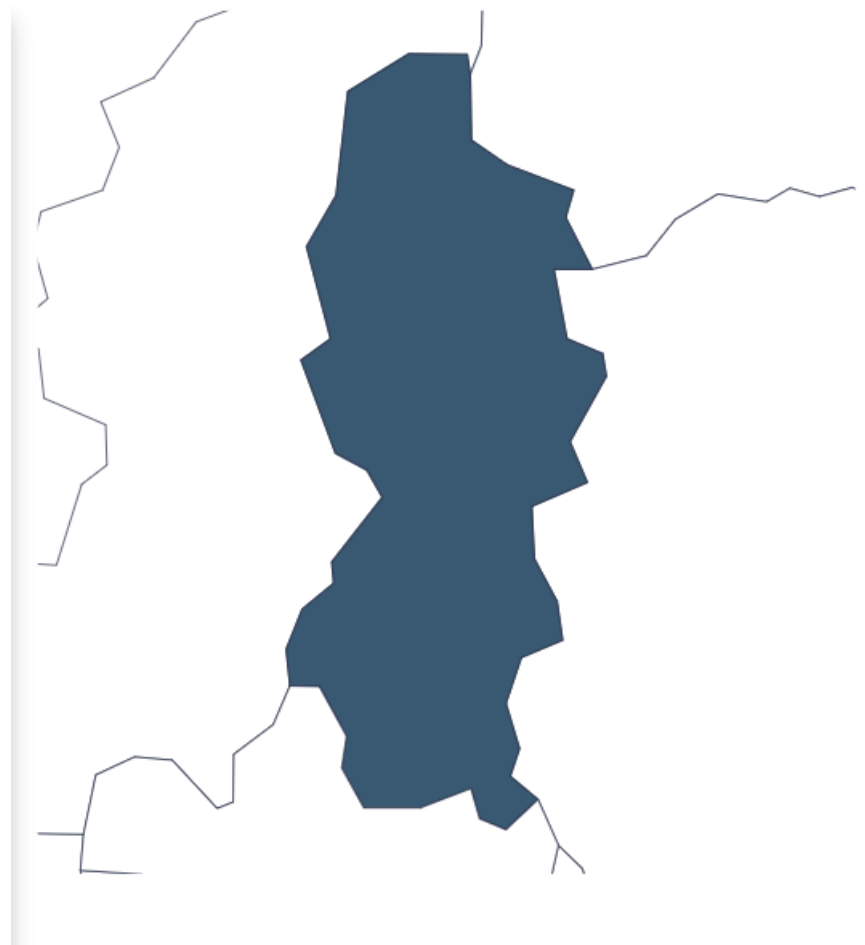
Italia

Agente causale delle malattie professionali riconosciute

Categorie	2020	2021	2022	2023	2024
<input type="checkbox"/> VIBRAZIONI	2,986	3,902	4,067	4,437	4,492
Altre		1		1	1
Altre vibrazioni meccaniche	49	67	73	58	38
Altri rumori	154	164	192	167	217
altro	64	85	45	34	30
Infrasuoni (<20 Hz)				1	
Rumore (continuo, discontinuo, nei liquidi)	1,341	1,740	1,792	1,898	1,916
Rumore improvviso (esplosione..)	3	5	8	5	10
Vibrazioni trasmesse a tutto il corpo (veicoli)	944	1,273	1,325	1,464	1,477
Vibrazioni trasmesse agli arti (macchine, attrezzi)	431	567	632	809	803

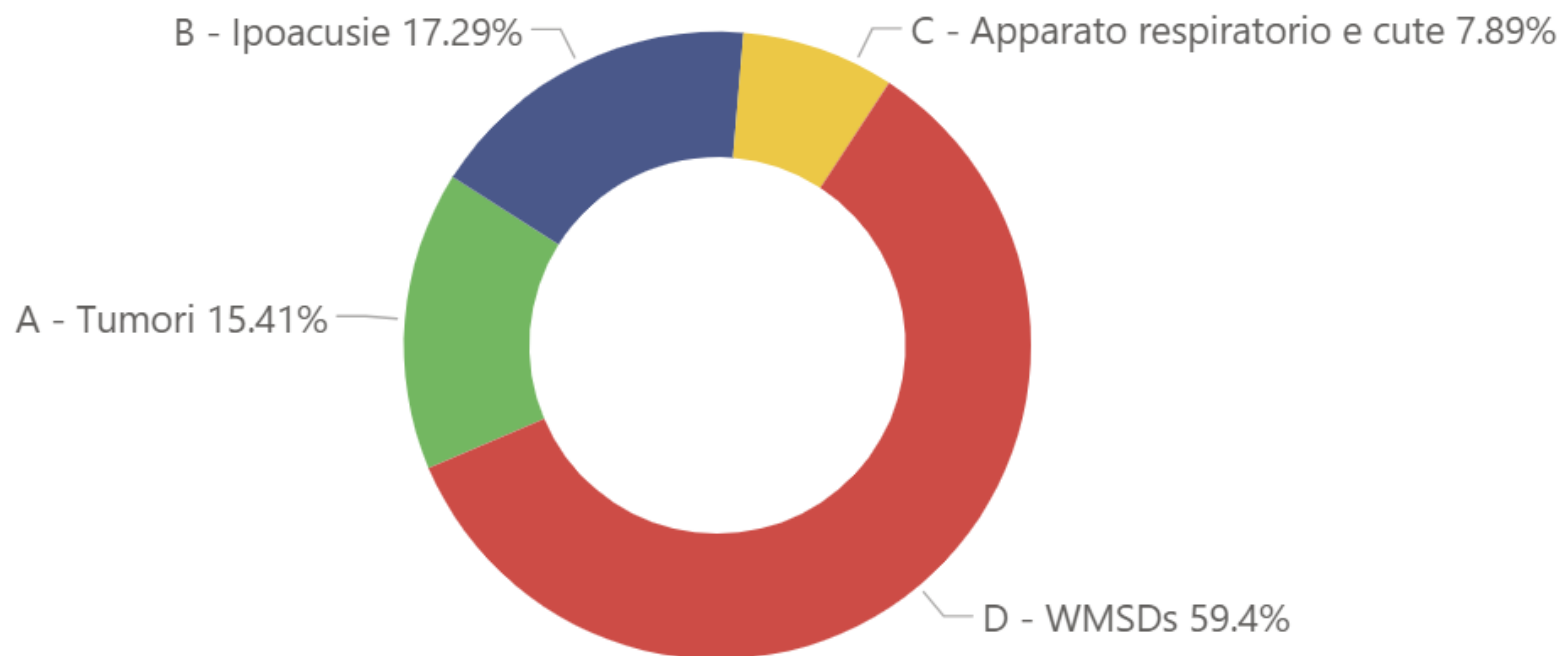
Agente causale delle malattie professionali riconosciute

Categorie	2020	2021	2022	2023	2024
☒ POSIZIONI DA LAVORO	1,444	1,737	1,955	2,293	2,453
Altre posizioni non fisiologiche di lavoro	825	970	1,139	1,244	1,256
Lavoro fisicamente inattivo (all'interno di spazi ristretti,lavoro sedentario)	2	5	3	2	4
Posizione a sedere: per troppo tempo/troppo frequentemente	15	20	21	11	10
Posizione curva: per troppo tempo/troppo frequentemente	44	56	67	84	72
Posizione in piedi: per troppo tempo/troppo frequentemente	34	31	19	7	17
Posizione inginocchiata (o con il corpo steso a terra): per troppo tempo/troppo frequentemente	524	655	706	945	1,094
☒ SOLLEVAMENTO DI UN CARICO	4,341	5,323	6,070	6,809	7,537
altri	1,147	1,679	2,103	2,327	2,987
Sollevamento di carichi pesanti (> 20 kg)	1,741	1,892	2,022	2,420	2,385
Sollevamento di carichi pesanti con torsione	866	1,006	1,049	1,076	1,192
Sollevamento di carichi pesanti con una parte del corpo (squilibrio)	587	746	896	986	973
☒ TRASPORTI DI CARICHI	923	1,307	1,440	1,650	1,652
altri	254	420	420	540	542
Trasporto di un carico camminando	293	359	375	357	360
Trasporto di un carico con torsione del corpo	251	382	439	537	503
Trasporto di un carico con una parte del corpo (squilibrio)	125	146	206	216	247



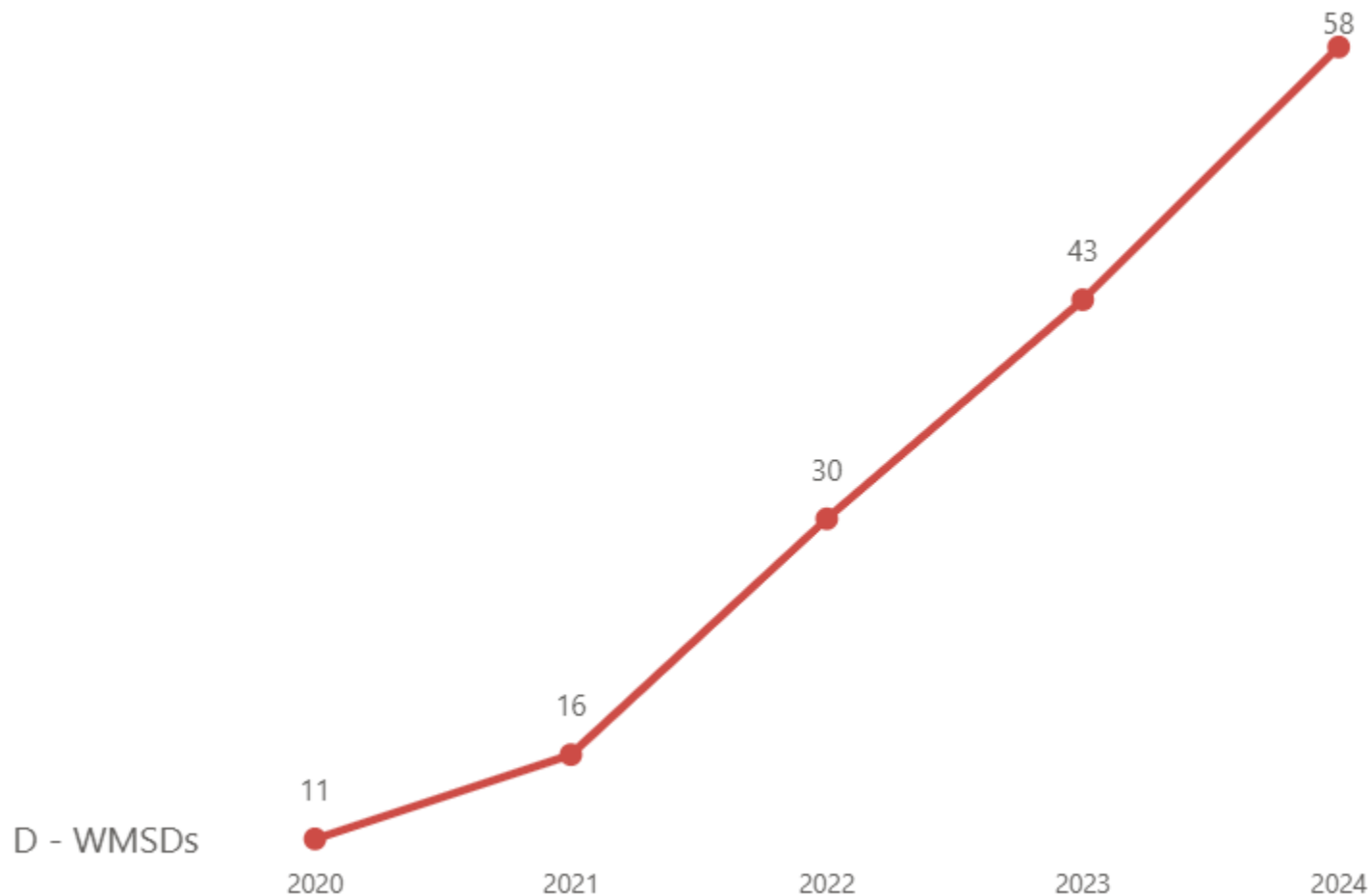
Lecco

Grandi gruppi di patologie riconosciute per anno protocollo

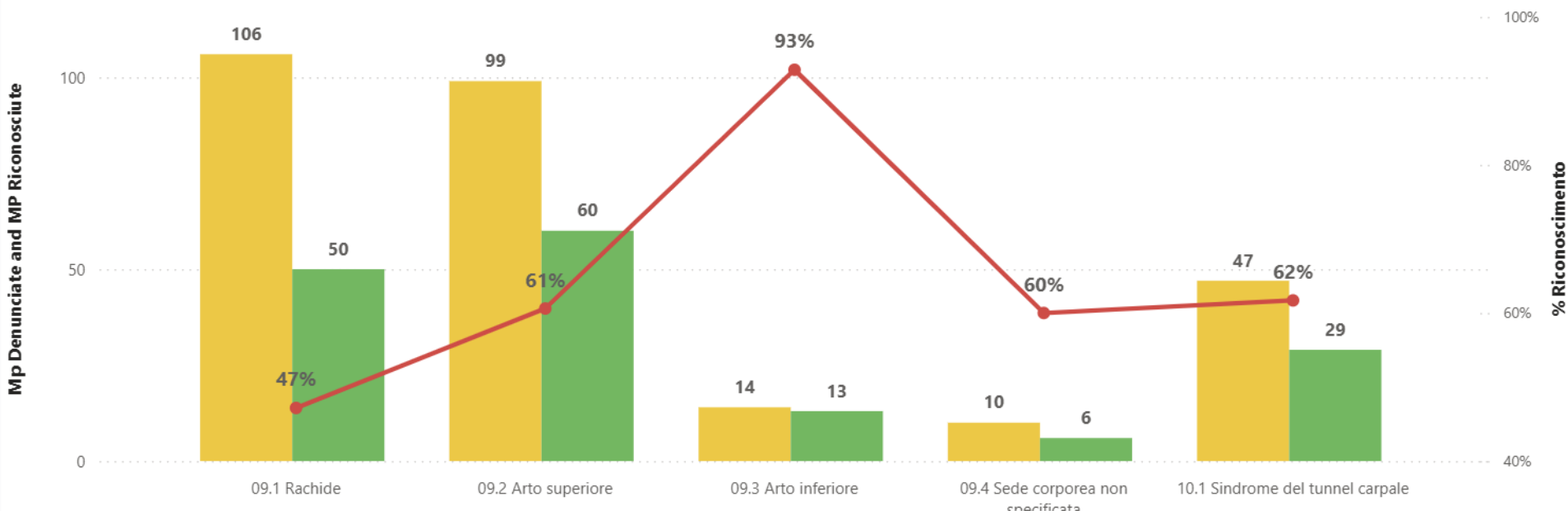


Lecco

WMSDs riconosciute per anno protocollo

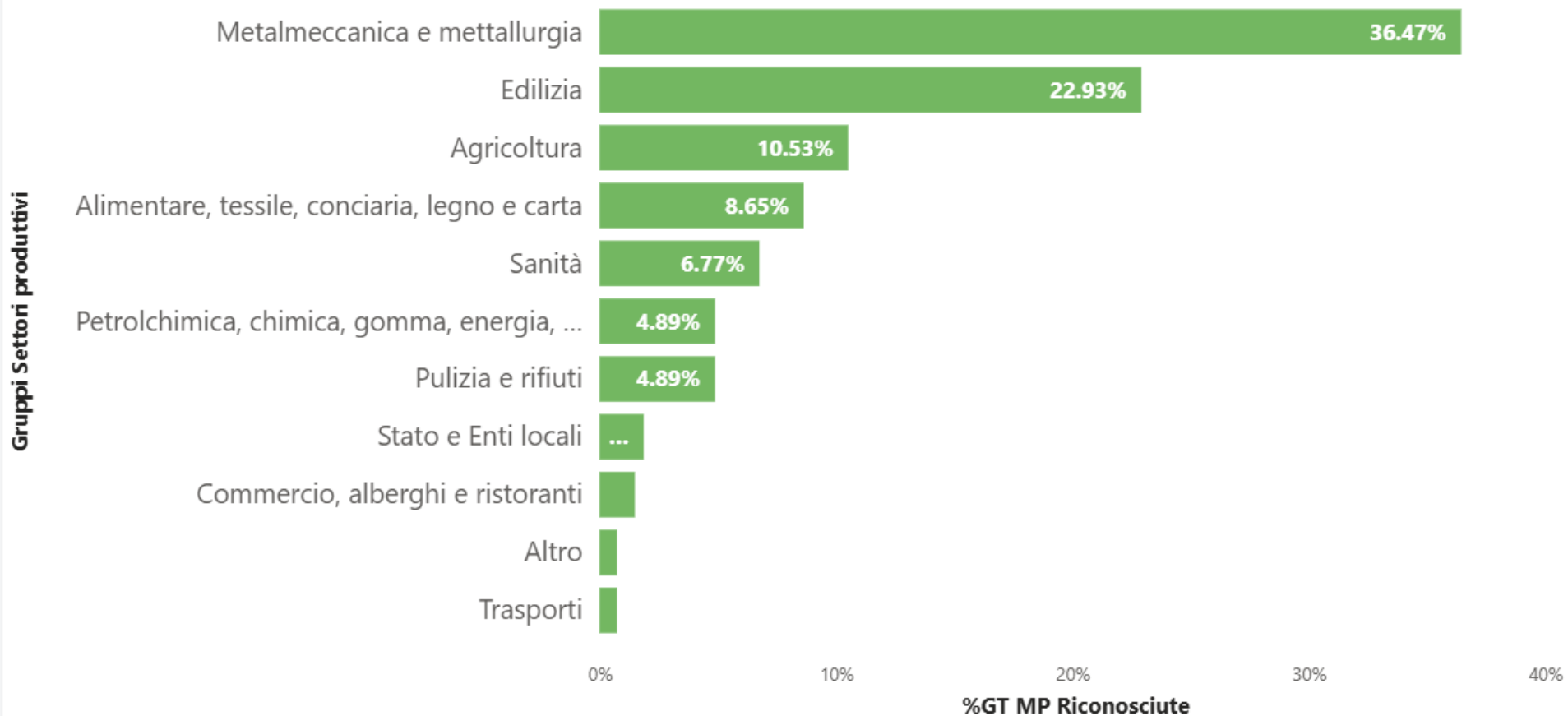


Malattie muscoloscheletriche e del sistema nervoso periferico - WMSDs



Lecco

%GT MP Riconosciute by Gruppi Settori produttivi



Agente causale delle malattie professionali riconosciute

Categorie	2020	2021	2022	2023	2024
⊕ AGENTI BIOLOGICI			1		
⊕ AGENTI CHIMICI COMPOSTI ORGANICI					1
⊕ AGENTI CHIMICI INORGANICI	1				1
⊖ AGENTI FISICI	7	11	14	18	9
⊕ AMBIENTE TERMICO					2
⊕ ATTRITO, SFREGAMENTO (USURA)	2				
⊖ VIBRAZIONI	5	11	14	18	7
Rumore (continuo, discontinuo, nei liquidi)	5	9	13	14	5
Vibrazioni trasmesse a tutto il corpo (veicoli)		2		2	2
Vibrazioni trasmesse agli arti (macchine, attrezzi)			1	2	

Agente causale delle malattie professionali riconosciute

Categorie

2020 2021 2022 2023 2024

Categorie	2020	2021	2022	2023	2024
☒ POSIZIONI DA LAVORO		1		3	5
Altre posizioni non fisiologiche di lavoro				1	
Posizione in piedi: per troppo tempo/troppo frequentemente				1	1
Posizione inginocchiata (o con il corpo steso a terra): per troppo tempo/troppo frequentemente		1		1	4
☒ SOLLEVAMENTO DI UN CARICO	1	4	7	7	13
Sollevamento di carichi pesanti (> 20 kg)		1	3	3	6
Sollevamento di carichi pesanti con torsione	1	1	4	4	3
Sollevamento di carichi pesanti con una parte del corpo (squilibrio)		2			4
☒ TRASPORTI DI CARICHI					2
Trasporto di un carico con torsione del corpo					2

1.Sintesi:

Nel dato Italia, le WMSDs costituiscono la quota largamente prevalente delle MP riconosciute (87,41%). A Lecco la quota WMSDs è 59,4%: è un profilo decisamente meno concentrato sulle WMSDs.

Interpretazione corretta:

Questa è una misura di *composizione* del totale riconosciuto: non descrive direttamente il rischio o l'incidenza, ma il peso relativo delle WMSDs sul totale delle MP riconosciute nel territorio.

Cautela metodologica:

Per dire se a Lecco le WMSDs sono 'di più o di meno' in termini di rischio servirebbero anche un denominatore (assicurati/addetti); qui stiamo confrontando la struttura percentuale.

conclusioni

- ✓ L'evidenza epidemiologica è consistente ma non univoca
 - numerosi studi mostrano un'associazione tra WBV e lombalgia/discopatia,
 - ma con eterogeneità metodologica e possibili fattori confondenti
- ✓ Il rischio appare dose-dipendente
 - maggiore esposizione a vibrazioni (intensità + durata)
 - maggiore probabilità di disturbi lombari
 - alcune categorie lavorative risultano sistematicamente più esposte (trasporti, macchine operatrici)
- ✓ La WBV non agisce da sola
 - interazione con posture incongrue, microtraumi, movimentazione carichi e fattori individuali
 - il modello causale è multifattoriale, non lineare
- ✓ La degenerazione discale: associazione plausibile, causalità complessa
 - evidenze più robuste per lombalgia e sciatica
 - meno univoche per alterazioni morfologiche specifiche (imaging)
- ✓ Implicazioni per la prevenzione e la pratica clinica
 - la valutazione del rischio deve integrare esposizione reale e organizzazione del lavoro
 - prioritaria la riduzione dell'esposizione (tecnica + organizzativa) → fondamentale il ruolo della sorveglianza sanitaria precoce



Grazie per l'attenzione

francesco.genna@ats-brianza.it