PuntoSicuro

ARTICOLO DI PUNTOSICURO

Anno 28 - numero 6028 di Venerdì 27 febbraio 2026

Esoscheletri occupazionali: salute, sicurezza e valutazione dei rischi

L'Inail pubblica una monografia che offre utili considerazioni sulle conseguenze sulla salute e sicurezza dei lavoratori che utilizzano esoscheletri occupazionali. I possibili limiti e la valutazione dei rischi.

Roma, 27 Feb ? Una delle nuove tecnologie più promettenti per la prevenzione delle malattie professionali e, in particolari, dei disturbi muscoloscheletrici, è costituita dagli **esoscheletri occupazionali**.

Esoscheletri che il nostro giornale ha presentato in vari articoli, sia attraverso gli studi e le ricerche prodotti durante la campagna " Lavoro sano e sicuro nell'era digitale", sia attraverso numerose interviste dedicate al tema. Ad esempio, sull'utilizzo degli esoscheletri e sul quadro tecnico-normativo di riferimento e sul rapporto tecnico UNI 11950:2024.

Tuttavia se queste **tecnologie assistive indossabili** possono "contribuire a ridurre l'insorgenza delle malattie professionali a carico dell'apparato muscoloscheletrico, con particolare riferimento ai distretti di tronco e di spalla", le attività di ricerca nazionali ed internazionali "stanno cercando di produrre conoscenza ed evidenza sui possibili **effetti collaterali/avversi** derivanti da un uso di lungo periodo in contesti reali".

Proprio per fare chiarezza su questo argomento e "per rispondere ai quesiti sempre più frequenti che vengono posti all'istituto dai datori di lavoro, dai lavoratori e da tutti gli operatori della salute e sicurezza nei luoghi di lavoro", il Dipartimento di medicina, epidemiologia, igiene del lavoro e ambientale (Dimeila) e il Dipartimento innovazioni tecnologiche e sicurezza degli impianti, prodotti e insediamenti antropici (Dit), in accordo con la Direzione centrale ricerca dell' Inail, hanno "costituito un **gruppo di lavoro sugli esoscheletri occupazionali**". E attraverso una analisi della letteratura scientifica e una sintesi dei risultati delle attività condotte all'interno di vari piani di ricerca è stato possibile produrre ? come ricordato nella premessa del documento ? una nuova monografia dal titolo "**Esoscheletri occupazionali. Considerazioni su salute e sicurezza**".



La monografia "ha l'obiettivo di individuare delle chiare definizioni inerenti agli esoscheletri occupazionali, di comprenderne i principi di funzionamento, le possibili applicazioni, i benefici e le controindicazioni relative al loro utilizzo". Il documento approfondisce anche gli standard internazionali di ergonomia e le norme tecniche "nell'ottica dell'utilizzo degli esoscheletri occupazionali, dando la possibilità di orientarsi attraverso una vastissima bibliografia scientifica e normativa".

Nel presentare la pubblicazione Inail l'articolo si sofferma sui seguenti argomenti:

- Gli esoscheletri occupazionali, la prudenza e i possibili limiti
- Gli esoscheletri occupazionali e la valutazione del rischio da sovraccarico
- L'indice del documento Inail

Pubblicità

Gli esoscheletri occupazionali, la prudenza e i possibili limiti

Il documento, redatto da diversi autori con il coordinamento di Corrado Delle Site e Luigi Monica (Dit, Inail), Alberto Ranavolo e Giovanna Tranfo (Dimeila, Inail), indica che "nell'ambito delle lavorazioni che necessitano attività di movimentazione manuale dei carichi (MMC) e del mantenimento di posture fisse e incongrue, a valle della implementazione delle tradizionali

strategie ergonomiche di concezione e correzione, gli **esoscheletri occupazionali** (EO) rappresentano una promettente opzione per la prevenzione delle malattie professionali a carico dell'apparato muscoloscheletrico".

Per contro, la letteratura scientifica internazionale ed alcuni report Eu-Osha "suggeriscono **prudenza**" nell'adozione degli esoscheletri, "in quanto ai punti di forza ad essi associati, si contrappongono anche alcuni **limiti** con potenziali effetti avversi sulla salute e sicurezza dei lavoratori". E, tra questi, si evidenziano:

- "un incremento dell'impegno di muscoli non direttamente supportati dall'azione dell'EO";
- "un aumento dei carichi articolari con la presenza di forze esterne altrimenti non presenti in altri distretti corporei";
- "un maggiore sovraccarico cognitivo";
- "una alterazione dei meccanismi di controllo motorio, dovuta ad una riduzione dei gradi di libertà e quindi della mobilità".

Secondo alcuni studi ? il documento riporta cita tutte le fonti ? "si afferma addirittura che gli EO potrebbero non essere utili nel ridurre i carichi biomeccanici sul tratto lombare del rachide e che quindi interventi ergonomici che modificano l'ambiente esterno in cui si esegue la MMC risultano essere più appropriati".

E se l'efficacia degli esoscheletri occupazionali "è stata dimostrata principalmente in contesti di laboratorio, isolati e controllati, con attività lavorative simulate e quindi con risultati non generalizzabili per gli scenari reali", sono ancora pochi gli studi che "valutano l'azione degli EO ed i loro effetti nel lungo periodo".

Gli esoscheletri occupazionali e la valutazione del rischio da sovraccarico

È poi ancora aperto il tema della **valutazione del rischio da sovraccarico biomeccanico** in attività di movimentazione manuale dei carichi e in cui è necessario il mantenimento di posture fisse e incongrue eseguite con l'ausilio di esoscheletri occupazionali.

Tutti i metodi di valutazione ampiamente utilizzati in Italia e nel mondo - continua il documento - sono stati, infatti, "progettati e realizzati per la stima del rischio in attività lavorative eseguite **senza il supporto degli EO**". E per questo motivo, ad oggi, "è molto difficile calcolare il livello di rischio nelle attività che prevedono l'utilizzo degli EO e le revisioni degli standard internazionali di ergonomia non offrono ancora nuovi approcci di stima sebbene, così come si vedrà in seguito, si possa fare riferimento a metodi strumentali che utilizzano reti di sensori ed algoritmi di intelligenza artificiale (IA)".

Un ulteriore aspetto da non trascurare è poi rappresentato dall'impatto che gli esoscheletri occupazionali (EO) "possono avere sul **metabolismo energetico**, sulla **risposta termofisiologica** e sul **comfort termico** del lavoratore che lo indossa".

Rimandiamo, in definitiva, alla lettura integrale del documento Inail che descrive lo stato dell'arte relativo agli esoscheletri occupazionali soffermandosi sui vantaggi, sulle sfide e sulle considerazioni connesse alla salute e sicurezza dei lavoratori.

L'indice del documento Inail

Concludiamo riportando l'indice del documento Inail "**Esoscheletri occupazionali. Considerazioni su salute e sicurezza**".

1. **INTRODUZIONE**

1.1 Le attività di movimentazione manuale dei carichi

2. **GLI ESOSCHELETRI OCCUPAZIONALI: DEFINIZIONI**

2.1 Esoscheletri antropomorfi, non antropomorfi

2.2 Principi di azione

2.3 Principi di funzionamento (passivi, attivi, semi-attivi)

2.4 Classificazione per distretto corporeo

3. **CONSIDERAZIONI SULLA SALUTE DEI LAVORATORI**

3.1 Le malattie da lavoro a carico dell'apparato muscoloscheletrico

3.1.1 Principali DMS da lavoro

3.1.2 Prevenzione e misure di tutela

3.1.3 Ruolo degli EO

3.1.4 Incidenza e prevalenza in Italia e nel mondo

3.1.5 Conclusioni

3.2 La normativa tecnica di riferimento: gli standard internazionali di ergonomia e la valutazione del rischio da sovraccarico biomeccanico in presenza di EO

3.2.1 La valutazione del rischio delle attività di sollevamento, abbassamento e trasporto in presenza di EO

3.2.2 La valutazione del rischio delle attività di spinta e traino in presenza di EO

3.2.3 La valutazione del rischio delle attività di movimentazione di carichi leggeri ad alta frequenza in presenza di EO

3.2.4 La valutazione del rischio delle posture statiche ed incongrue in presenza di EO

3.2.5 La valutazione del rischio delle attività di movimentazione manuale dei pazienti in presenza di EO

3.2.6 Conclusioni

3.3 I concetti di validazione, valutazione e verifica sul campo

3.4 La valutazione strumentale del rischio da sovraccarico biomeccanico in attività di MMC eseguite con EO

3.4.1 Reti di sensori per la valutazione strumentale del rischio, indici e algoritmi di intelligenza artificiale

3.4.2 Valutazione strumentale: alcune metodologie proposte e relative criticità

3.5 Potenziali effetti avversi

3.6 Implicazioni degli EO sul costo metabolico e sulla risposta termica

3.6.1 Le implicazioni energetiche nell'utilizzo dell'EO

3.6.2 L'impatto degli esoscheletri sulla risposta termofisiologica

3.6.3 Conclusioni

4. **CONSIDERAZIONI SULLA SICUREZZA DEI LAVORATORI**

4.1 Legislazione applicabile alla progettazione e alla costruzione di un EO

4.2 Legislazione applicabile all'uso di un EO in ambiente di lavoro

4.2.1 Settori lavorativi di possibile applicazione e potenziali problematiche correlate all'uso degli esoscheletri

4.2.2 Potenziali rischi per la sicurezza del lavoratore

4.3 Normativa sulla sicurezza funzionale applicabile agli esoscheletri occupazionali

4.3.1 La sicurezza funzionale

4.3.2 La normativa di riferimento

4.3.3 La serie di norme IEC EN 61508

4.3.4 La sicurezza funzionale nel settore macchine - le norme ISO EN 13849 e IEC EN 62061

4.3.5 La sicurezza funzionale nel settore dei robot industriali - le norme della serie ISO EN 10218

4.3.6 La norma ISO EN 13482

4.3.7 Conclusione

4.4 Esoscheletri per la formazione dei lavoratori

4.4.1 Stato dell'arte esoscheletri ad interfaccia aptica

4.4.2 Un esempio applicativo prototipale - il progetto Side

5. **DOMANDE E RISPOSTE**

6. **RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI E SITOGRAFICI**

7. **RIFERIMENTI NORMATIVI**

Tiziano Menduto

Scarica il documento da cui è tratto l'articolo:

Inail, Dipartimento innovazioni tecnologiche e sicurezza degli impianti, prodotti e insediamenti antropici, Dipartimento di medicina, epidemiologia, igiene del lavoro e ambientale, " Esoscheletri occupazionali. Considerazioni su salute e sicurezza", a cura di Giovanni Luca Amicucci, Sara Anastasi, Giorgia Chini, Simona Del Ferraro, Corrado Delle Site, Luciano Di Donato, Alessandra Ferraro, Vincenzo Molinaro, Luigi Monica, Fabio Pera, Marco Pirozzi, Alberto Ranavolo, Alessio Silvetti, Giovanna Tranfo, Tiwana Varrecchia, con il coordinamento di Corrado Delle Site e Luigi Monica (Dit, Inail), Alberto Ranavolo e Giovanna Tranfo (Dimeila, Inail), Collana Ricerche, edizione 2025 (formato PDF, 1.68 MB).

Vai all'area riservata agli abbonati dedicata a " Considerazioni su salute e sicurezza nell'uso degli esoscheletri occupazionali".

Licenza Creative Commons

www.puntosicuro.it