PuntoSicuro

ARTICOLO DI PUNTOSICURO

Anno 26 - numero 5689 di Mercoledì 11 settembre 2024

Rischio biomeccanico: le nuove tecnologie possono migliorare la prevenzione?

Un documento Inail sulla valutazione strumentale e in tempo reale del rischio da sovraccarico biomeccanico si sofferma sulle reti di sensori, sugli indici per la valutazione, sull'intelligenza artificiale e sui progetti SOPHIA e MELA.

Roma, 11 Set ? Per la valutazione del **rischio di sovraccarico biomeccanico**, gli attuali **sensori indossabili**, wireless e miniaturizzati, per il monitoraggio della **cinematica** ("descrizione del movimento dei segmenti e delle articolazioni del tronco, della testa e degli arti superiori e inferiori utilizzando esclusivamente le nozioni di spazio e tempo") e **cinetica** ("studio del movimento del corpo considerando le forze che lo generano") del movimento umano e dei comportamenti muscolari "permettono l'acquisizione di tutti i segnali necessari per il calcolo di appropriati **indici** che la letteratura scientifica ha dimostrato essere sensibili al livello di rischio e correlati alle variabili che generano il danno".

Inoltre "appropriati **algoritmi di *machine learning*** permettono una classificazione ottimizzata e automatica del livello di rischio biomeccanico durante l'esecuzione" di attività di movimentazione manuale dei carichi (MMC).

Questi approcci strumentali "potranno essere utilizzati per stimare direttamente il rischio o per quantificare le variabili richieste dai metodi tradizionali". Infatti la possibilità di "disporre di un **livello di rischio accurato e preciso in tempo reale**", può **migliorare la capacità di prevenzione** dei disturbi muscoloscheletrici (DMS) "permettendo il controllo di tecnologie robotiche collaborative e la somministrazione di specifici stimoli al lavoratore in grado di informarlo sulla eventuale necessità di modificare l'esecuzione del task lavorativo".

E questi approcci, oltre ad essere strumenti di misura, "potranno in futuro essere considerati sempre di più degli **strumenti di formazione sul campo** per un miglioramento della percezione del rischio". Approcci che "sono solo all'inizio di un lungo percorso di validazione e verifica nei luoghi di lavoro".

A raccontare in questi termini la possibili evoluzione della prevenzione del rischio biomeccanico nel mondo del lavoro sono le conclusioni del documento Inail " La valutazione strumentale e in tempo reale del rischio da Sovraccarico Biomeccanico", curato da Alberto Ranavolo, Giorgia Chini, Francesco Draicchio, Tiwana Varrecchia.

Il documento, che vuole "definire i criteri di base che devono essere rispettati per eseguire una corretta valutazione strumentale e in tempo reale del rischio biomeccanico", si sofferma ampiamente su alcune delle novità offerte dall'evoluzione tecnologica connessa alla quarta rivoluzione industriale.

Nell'articolo riprendiamo brevemente alcuni dei temi trattati con particolare riferimento ai seguenti argomenti:

- La valutazione de rischio biomeccanico e la rete dei sensori
- La valutazione de rischio biomeccanico e gli indici più performanti
- La valutazione de rischio biomeccanico e i progetti SOPHIA e MELA

Pubblicità
<#? QUI-PUBBLICITA-SCORM1-[SA007] ?#>

La valutazione de rischio biomeccanico e la rete dei sensori

Riguardo alle **reti di sensori** il documento sottolinea che nella trattazione si considerano "esclusivamente tecnologie per il monitoraggio del movimento umano che possono essere usate con semplicità e da tutti all'interno dei luoghi di lavoro e non esclusivamente in laboratorio". Infatti la valutazione del rischio biomeccanico "deve essere eseguita su lavoratori che eseguono il compito lavorativo reale e non simulato in laboratorio, senza modificare la loro naturale strategia motoria".

Dunque si fa riferimento esclusivamente alla "**sensoristica indossabile** sebbene alcune soluzioni alternative siano disponibili nel mercato", e si escludono dai contenuti del testo "i sistemi optoelettronici ad infrarosso e le piattaforme di forza".

Si indica che il termine **sensore indossabile** fa riferimento a "sensori miniaturizzati, di piccole dimensioni, di peso trascurabile e senza cavi in grado di trasferire i segnali prelevati dal lavoratore attraverso efficaci protocolli di comunicazione wireless". E i sensori che "più sono maturi, da questo punto di vista, per le acquisizioni cinematiche, cinetiche ed elettromiografiche sono le '**unità di misura inerziali** (IMU)', gli *strain gauge*, i guanti e le solette sensorizzate, e i sensori per l'elettromiografia di superficie con prelievo bipolare".

La valutazione de rischio biomeccanico e gli indici più performanti

Il documento si sofferma poi sugli **indici per il monitoraggio dell'impegno fisico del lavoratore e per la valutazione del rischio biomeccanico**.

Sono elencati "alcuni degli **indici più performanti** per la valutazione diretta del rischio biomeccanico:

- **Lifting Energy Consumption** (LEC): è un indice che utilizza dati cinematici e che, basandosi sul comportamento del centro di massa del lavoratore, restituisce informazioni sul dispendio energetico meccanico durante l'esecuzione di specifiche attività di MMC. Questo indice è particolarmente efficace per le attività di sollevamento di carichi pesanti e può essere utilizzato nei tool di valutazione del rischio in quanto è in grado di discriminare i diversi livelli di rischio (così come calcolato dall'equazione del Niosh) ed è correlato alle forze di compressione e di taglio a livello dell'articolazione lombo-sacrale (L5- S1) del rachide;
- **sEMG Average Rectified Value** (ARV): è un indice, basato su acquisizione elettromiografica di superficie, costruito sul valore medio dell'attivazione di un muscolo di interesse. È stato dimostrato che questo indice è particolarmente utile quando si è interessati a classificare il rischio nelle attività di sollevamento di carichi pesanti. Per questo motivo tale indice viene calcolato all'interno di uno o più cicli di sollevamento;
- **Root Mean Square** (RMS): è un indice, basato su acquisizione elettromiografica di superficie, correlato alla potenza del segnale generato da un muscolo di interesse. È stato dimostrato che questo indice è particolarmente utile quando si è interessati a classificare il rischio nelle attività di sollevamento di carichi pesanti. Per questo motivo tale indice viene calcolato all'interno di uno o più cicli di sollevamento;
- **Time-Varying Multimuscle Co-activation function** (TMCf): è un indice, basato su acquisizione elettromiografica di superficie, il cui comportamento dipende dal tipo di simultanea attivazione di due o più muscoli o gruppi muscolari coinvolti nella esecuzione dell'attività di MMC di interesse. Così come ARV e RMS, il TMCf è particolarmente utile per la classificazione del rischio biomeccanico nelle attività di sollevamento di carichi pesanti sebbene sia stato

utilizzato anche per attività di movimentazione di carichi leggeri ad alta frequenza eseguiti senza e con l'ausilio di robot collaborativi. Anche tale indice viene calcolato all'interno di uno o più cicli di sollevamento o di movimenti ripetitivi;
- **Fatica muscolare localizzata**: è un indice, basato su acquisizione elettromiografica di superficie, costruito sulla stima dell'affaticamento di uno o più muscoli coinvolti in attività di MMC affaticanti. I risultati della letteratura scientifica evidenziano come questo indice sia in grado di classificare il rischio nelle attività di movimentazione manuale di carichi leggeri ad alta frequenza".

Il documento si sofferma poi su altre esperienze/indici per il rating delle variabili di input necessarie alla valutazione del rischio da sovraccarico biomeccanico e dedica anche un paragrafo agli **algoritmi dell'intelligenza artificiale**.

Infatti, è possibile rendere la valutazione più precisa e accurata proprio grazie all'uso dell' intelligenza artificiale (AI).

La valutazione de rischio biomeccanico e i progetti SOPHIA e MELA

Il documento Inail segnala poi che molti dei risultati raggiunti e pubblicati nella letteratura scientifica nazionale e internazionale dal gruppo di ricerca del Laboratorio di ergonomia e fisiologia "sono stati messi a fattor comune e resi disponibili per ulteriori attività previste da **due progetti** in cui l'istituto è stato coinvolto":

- il **progetto Horizon 2020 SOPHIA**
- il **progetto MELA**.

In particolare nel **progetto SOPHIA** (Socio-Physical Interaction Skills for Cooperative Human-Robot Systems in Agile Production), che ha ricevuto il finanziamento dal programma di ricerca e innovazione Horizon 2020 dell'Unione europea, l'attuale versione del tool "permette, integrando alcune reti di sensori commerciali, la valutazione del rischio in attività di sollevamento di carichi pesanti, di movimenti ripetitivi e di mantenimento di posture fisse e incongrue".

Riprendiamo dal documento un'immagine della piattaforma:

Figura 5 **Interfaccia iniziale del tool per la valutazione del rischio biomeccanico nelle attività di movimentazione manuale dei carichi**



(Progetto SOPHIA - Socio-Physical Interaction Skills for Cooperative Human-Robot Systems in Agile Production - www.project-sophia.eu)

La piattaforma software "offre la possibilità di classificare il rischio attraverso l'utilizzo di tutti gli indici descritti" nei metodi di questa monografia Inail "e guida l'utente, attraverso una interfaccia Matlab intuitiva e di semplice utilizzo, alla corretta selezione e posizionamento dei sensori sulla base dell'attività di MMC selezionate". Il software offre anche la possibilità di stampare una metrica con l'indicazione del livello di rischio stimato" anche con approcci di intelligenza artificiale.

E all'interno di questo progetto si è anche "progettato e realizzato un database pubblico dal nome HumanDataCorpus" con la finalità di "permettere ai professionisti del settore della salute e sicurezza nei luoghi di lavoro di capire come i lavoratori si muovono e interagiscono con l'ambiente occupazionale e i robot collaborativi consentendo loro di ottimizzare il controllo dei robot in maniera sempre più efficace e sicura, prevenendo i DMS".

Infine il tool sviluppato con il **progetto MELA** "è stato concepito da Inail ed è stato sviluppato con la collaborazione dell'Istituto italiano di tecnologia con l'obiettivo di riprogettare l'interfaccia Matlab di SOPHIA e di realizzare una rete di sensori che integrassero IMU e sensori per sEMG".

Le conclusioni del documento segnalano, tuttavia, che la "complessità dei luoghi di lavoro e la variabilità associata alle attività di MMC implica una enorme **prudenza** e la necessità di produrre ancora una enorme conoscenza tecnico-scientifica sul tema".

Infatti i vantaggi offerti da questi tool strumentali non devono "nascondere la necessità di approfondire i temi della efficace usabilità da parte dei professionisti che si occupano di salute e sicurezza nei luoghi di lavoro, accettabilità da parte dei lavoratori, del trattamento dei dati personali e delle questioni etiche".

Un'ultima considerazione viene fatta dagli autori anche sul **versante normativo**.

Si indica che sarà cruciale che, "nel momento in cui ci saranno le necessarie evidenze scientifiche, gli aggiornamenti degli standard ergonomici a livello europeo e internazionale includano gli approcci strumentali per la valutazione del rischio biomeccanico nelle attività di MMC". Questo tipo di processo "richiederà sicuramente del tempo", ma ci sono già alcune esperienze e documenti che hanno l'obiettivo di fornire utili linee guida "per l'esecuzione di una corretta valutazione del rischio biomeccanico con approcci strumentali".

Tiziano Menduto

Scarica il documento da cui è tratto l'articolo:

Inail, Dipartimento di medicina, epidemiologia, igiene del lavoro e ambientale, " La valutazione strumentale e in tempo reale del rischio da Sovraccarico Biomeccanico", a cura di Alberto Ranavolo, Giorgia Chini, Francesco Draicchio, Tiwana Varrecchia, Collana Salute e Sicurezza, edizione 2023 (formato PDF, 5.77 MB).

Vai all'area riservata agli abbonati dedicata a " Novità nella valutazione strumentale e in tempo reale del rischio biomeccanico".

Licenza Creative Commons

www.puntosicuro.it