

**INGENIO AL FEMMINILE**

INTERVISTE A CURA DI PATRIZIA RICCI

# Una nuova metodologia, basata su una soluzione wearable, per la misura del rischio biomeccanico in ambito lavorativo

Intervista a Chiara Andrani, vincitrice ex-aequo del terzo Premio Tesi di Laurea "Ingenio al Femminile" del CNI. "L'obiettivo del mio lavoro era garantire una valutazione della metodologia affidabile e facilmente eseguibile al di fuori dei laboratori, ad esempio nell'ambiente di lavoro"

**“P**er una tesi sperimentale su una nuova soluzione *wearable* che attraverso il calcolo delle forze sui giunti articolari operi per prevenire i disturbi muscolo-scheletrici (DSM), molto frequenti negli ambiti lavorativi, soprattutto in quelli che prevedono movimentazione manuale di carichi”. Questa è la motivazione con cui **Chiara Andrani** è risultata vincitrice *ex-aequo* con **Marina Brancaccio** (intervista a pag. 15, ndr.) del terzo Premio Tesi di Laurea "Ingenio al Femminile" del Consiglio Nazionale degli Ingegneri, che ha come finalità la valorizzazione della figura della donna in ambito tecnico ed intende premiare le migliori tesi di laurea in ingegneria, tra tutti i corsi di laurea previsti dall'ordinamento ingegneristico. Lo scopo è quello di promuovere l'Obiettivo 5 "Parità di Genere" della Agenda ONU 2030 e di valorizzare, incoraggiare e mettere in evidenza la figura della donna in ambito tecnico; in questa ottica, l'iniziativa intende dare un supporto alle neolaureate per facilitare l'inserimento nel mondo del lavoro con le stesse opportunità e la stessa retribuzione economica dei colleghi uomini. "Sono rimasta molto sorpresa dalla notizia della mia premiazione e all'inizio ho anche pensato ad un errore, data la presenza di molte mie colleghe, ma quando ho avuto la conferma, ne sono stata entusiasta. È stata un'emozione molto forte, non mi sembrava possibile", dichiara Chiara Andrani.



simile a quello testato nella tesi, potrebbe permettere di sviluppare un *working training* per adeguare la postura al carico da gestire durante l'attività lavorativa", spiega Chiara. È noto, infatti, che valori di forza eccessivi sulle articolazioni possono causare disturbi muscoloscheletrici (DSM). "I DSM legati al lavoro sono la principale causa di problemi professionali non fatali, che causano incidenti, rischi di lesioni, disabilità e costi per la salute e le industrie. In ambito lavorativo, i DSM sono connessi a fattori di rischio legati alle condizioni dell'ambiente di lavoro, a fattori psicosociali, ma soprattutto alla movimentazione manuale di carichi, quindi i *Manual Material Handling* (MMH) *task*, come il sollevamento, il traino, la spinta e lo spostamento di oggetti, oltre che alla ripetitività di questi gesti", aggiunge. Nelle società industrializzate, il disordine muscolo-scheletrico più diffuso è il *Low Back Pain* (LBP) cronico, che interessa le strutture muscolari e ossee della schiena di un adulto su cinque, tanto da essere un problema di salute ampiamente diffuso, con spese che vanno da 100 a 200 miliardi l'anno, considerando sia quelle dirette, ad esempio i costi medici, che indirette, perdite di pro-

duuttività per le imprese. "Per evitare stress sulla schiena e un'errata distribuzione dei carichi biomeccanici su tutti i giunti corporei - spiega Chiara - durante il sollevamento di un carico è necessario evitare posture che possono favorire la comparsa dei DSM. Ad esempio, il sollevamento effettuato limitando la flessione del tronco, mantenendo la schiena dritta e sfruttando la mobilità articolare degli arti inferiori, squat, risulta essere più sicuro, perché garantisce una corretta distribuzione dei carichi biomeccanici. Al contrario un sollevamento effettuato sfruttando la completa flessione del tronco e mantenendo gli arti inferiori dritti o rigidi, stoop, comporta un maggior coinvolgimento della zona lombare con conseguente aumento delle forze di compressione". In un documento pubblicato dall'INAIL nel 2012 vengono introdotte le posture corrette da assumere durante specifiche attività lavorative per evitare disturbi riguardanti l'apparato muscoloscheletrico.

**TECNOLOGIE WEARABLE VS SISTEMI DI MOTION CAPTURE TRADIZIONALI**

Ad oggi, i sistemi di motion capture utilizzati per stimare la forza agente sui giunti articola-

ri consistono nella combinazione del Sistema Optoelettronico (SO) e delle Piattaforme di forza (PF) che misurano la ground reaction force (GRF), affiancati, spesso, da un sistema di rilevamento dei segnali elettromiografici (EMG). "Tuttavia, questi sistemi di riferimento, considerati *gold standard*, anche se hanno come vantaggio l'elevata accuratezza delle misure, limitano le misurazioni del movimento all'interno dei laboratori e richiedono operatori qualificati per il posizionamento dei *marker*. Al contrario, lo sviluppo di tecnologie *wearable*, come i sensori inerziali IMUs e le solette di pressione sensorizzate, consentono di superare i limiti dei sistemi di motion capture tradizionali, in quanto permettono il monitoraggio in tempo reale in diversi campi e scenari e anche a distanza. I sensori inerziali, noti per la loro portabilità, la compattezza e la facilità di utilizzo, con *set-up* sperimentali semplici, che permettono una maggiore libertà di movimento e l'utilizzo anche fuori dal laboratorio, sono soluzioni alternative all'uso della stereofotogrammetria, mentre le solette di pressione sensorizzate lo sono per le piattaforme di forza", chiarisce Chiara Andrani. L'analisi del movimento del corpo interessa numerosi campi di applicazione, come quello lavorativo, medico, sportivo e commerciale. Esaminare forze e momenti agenti sulle articolazioni durante compiti di MMH potrebbe essere utile per valutare l'assunzione delle posture, migliorando la sicurezza dei lavoratori durante le attività lavorative.

"Nel mio studio, la forza agente sui giunti degli arti inferiori e su L5/S1 è stata valutata tramite il metodo *Bottom-Up Inverse Dynamics*, a partire dai dati forniti contemporaneamente dal Sistema Optoelettronico e due Piattaforme di forza, e dai sensori inerziali Xsens e solette sensorizzate F-ScanTM. Il metodo *Inverse Dynamics* consente di stimare le forze e i momenti articolari interni a partire da forze ester-

ne. In particolare, quella dal basso verso l'alto può essere utilizzata per valutare la forza e il momento sugli arti inferiori e su L5/S1 a partire dalla GRF fornita dalle piattaforme di forza o dalle soluzioni *wearable* alternative", racconta Chiara.

**SCOPO E FINALITÀ DELLO STUDIO**

La possibilità di raccogliere informazioni misurando tali parametri in tempo reale e in un ambiente lavorativo reale, potrebbe giustificare un'accuratezza inferiore della soluzione *wearable* composta da IMUs e solette di pressione sensorizzate. "Lo scopo dello studio, quindi, è stato quello di valutare l'affidabilità di questa nuova metodologia, basata su un modello biomeccanico e una soluzione completamente indossabile. I risultati del confronto tra le due misurazioni, cioè *gold standard* e sistema *wearable*, hanno evidenziato quanto la soluzione *wearable* adottata garantisca una buona stima delle forze articolari interne per tutti i giunti considerati e per tutte le tipologie di *task* analizzate, con un valore medio dell'errore relativo e assoluto basso, e incoraggiano la futura applicazione della metodologia per la valutazione della combinazione pericolosa di carico e postura per il rischio di disturbi muscoloscheletrici, soprattutto a livello della parte bassa della schiena", continua Chiara. "In relazione agli sviluppi futuri, sarebbe interessante valutare l'accuratezza e la precisione di tale soluzione proposta per altre tipologie di *task* di movimentazione manuale dei carichi per avere una visione più ampia delle potenziali prospettive di utilizzo; questo lavoro sarà portato avanti da altri laureandi e ricercatori del team del prof. Eduardo Palermo e dell'ing. Ilaria Conforti, rispettivamente relatore e correlatore della mia tesi, in quanto attualmente sto lavorando nel settore dell'ingegneria clinica, occupandomi della sicurezza dei lavoratori e dei pazienti in relazione all'uso della strumentazione ospedaliera", conclude Chiara.

— "Sono rimasta molto sorpresa dalla notizia della mia premiazione. È stata un'emozione molto forte, non mi sembrava possibile" —