

GESTI RIPETITIVI E POSTURE INCONGRUE

1 – I FATTORI DI RISCHIO

I principali fattori determinanti l'insorgere del rischio sono la ripetitività delle azioni (frequenza), la forza, la postura ed i periodi di recupero. Oltre a questi fattori vanno analizzati una serie di fattori specifici del tipo di compito lavorativo svolto, tra cui la durata di esposizione.

In ambito scientifico è ormai d'uso comune la seguente terminologia di settore:

- azione tecnica: azione che comporta un'attività meccanica; non deve essere necessariamente identificata con un singolo movimento articolare, ma con un complesso di movimenti di uno o più segmenti corporei che permettono il compimento di una operazione elementare
- ciclo: sequenza di azioni tecniche di durata relativamente breve che viene ripetuta più volte uguale a se stessa
- compito lavorativo: attività definita che porta all'ottenimento di uno specifico risultato operativo (ad esempio taglio a misura del legname, legatura ferri, posa elementi, applicazione rasante, stuccatura, ecc.); possono essere distinti compiti ripetitivi, caratterizzati da cicli a loro volta composti da azioni meccaniche, e compiti non ripetitivi, composti da azioni meccaniche non cicliche
- lavoro organizzato: insieme organizzato di attività lavorative svolte nell'ambito di un turno; può essere composto da uno o più compiti lavorativi.

Infine, per "distretti biomeccanici" si intendono in genere il gomito, il polso e la spalla.

1a) Ripetitività – frequenza

Può essere ritenuto il fattore di rischio di maggior importanza.

La caratterizzazione della ripetitività rappresenta un elemento discriminante del compito lavorativo da sottoporre a valutazione. Un compito ripetitivo per gli arti superiori deve essere oggetto di analisi se richiede lo svolgimento in sequenza di cicli lavorativi di breve durata a contenuto gestuale analogo.

Il problema che emerge di fronte ad un "compito ripetitivo" risiede nella valutazione quantitativa della ripetitività. Dall'esame della letteratura si evince il generale orientamento verso una caratterizzazione della ripetitività basata sulla durata del ciclo: un'alta ripetitività è tipica di cicli con durata inferiore a 30 secondi.

La sola analisi sistematica del compito lavorativo con l'individuazione dei cicli può, tuttavia, rivelarsi insufficiente e comportare stime errate dell'impegno muscolo-tendineo; basti pensare alla differenza esistente tra un'attività caratterizzata da cicli molto brevi che non richiede tuttavia gesti frequenti, ed un'altra in cui cicli lunghi possono essere svolti con elevate frequenze di azione. Per quanto ora detto appare più accurato, ai fini della prevenzione di eventuali patologie, descrivere il carattere di ripetitività di una mansione in termini di frequenza di azione, valutando l'entità del rischio per ciascuna articolazione che interviene nell'esecuzione dei movimenti. Nell'applicazione pratica, tuttavia, non potendo eseguire misure dirette della frequenza di ciascun distretto articolare, la maggior parte dei protocolli di indagine proposti in letteratura tende a valutare la frequenza in senso complessivo, quantificando le azioni meccaniche nell'unità di tempo (n° azioni tecniche/minuto).

In generale per il calcolo della frequenza delle azioni si rende necessario determinare:

- ◆ il tempo netto di compito ripetitivo
- ◆ il numero di cicli nel compito ripetitivo
- ◆ la durata di ciascun ciclo
- ◆ il numero di azioni per ciclo
- ◆ la frequenza delle azioni nell'unità di tempo
- ◆ il numero complessivo delle azioni nel turno.

Il calcolo della frequenza così come descritto, se riferito ad un tempo di osservazione di lunghezza adeguata, permette di minimizzare gli errori di calcolo dovuti alle variazioni del ritmo di lavoro che normalmente si verificano nell'esecuzione di un compito, in quanto si basa sui seguenti fattori:

- tempi esatti a disposizione per l'esecuzione del compito
- numero di cicli richiesti per turno
- numero di azioni tecniche necessarie a svolgere un ciclo.

1b) Forza

La forza viene definita come l'impegno biomeccanico necessario a svolgere una determinata azione o sequenza di azioni. Essa deve essere applicata direttamente dall'operatore per l'esecuzione del gesto (componente dinamica) o impiegata per mantenere strumenti di lavoro o singoli segmenti delle braccia in una determinata posizione (componente statica), variando, a seconda della tipologia di forza richiesta, la componente tensionale dei tendini e delle masse muscolari che intervengono nel gesto.

Per tale fattore di rischio, la quantificazione è più complessa di quella prevista per il calcolo del fattore ripetitività, a meno che non si voglia ricorrere a tecniche elettromiografiche di difficile applicazione in condizioni non standardizzate. Per tale motivo più di un modello fa ricorso ad un'apposita scala proposta da Borg a seguito di una sperimentazione condotta per correlare il risultato delle rilevazioni elettromiografiche (EMG) con il valore di percezione soggettiva dello sforzo fisico applicato ad un determinato segmento corporeo durante uno specifico movimento, considerando pari a 10 il valore della Massima Contrazione Volontaria (MCV) ricavato con l'EMG.

1c) Postura e movimenti

Ai fini della quantificazione del rischio è basilare determinare la mutua posizione dei distretti biomeccanici durante l'esecuzione del gesto, considerando che risultano potenzialmente dannose tutte le condizioni posturali estreme, ancor più in condizioni di estrema ripetitività.

Lo studio della postura può inoltre rivelarsi utile strumento progettuale nella modifica di tutte le condizioni non ergonomiche imposte dal posto di lavoro. Tale studio dovrà essere operato su di un ciclo rappresentativo di ciascuno dei compiti ripetitivi esaminati, considerando le posizioni o i movimenti dei quattro principali segmenti anatomici (dx e sx):

- a. postura e movimenti del braccio rispetto alla spalla (flessione, estensione, abduzione)
- b. movimenti del gomito (flesso-estensioni, prono-supinazioni dell'avambraccio)
- c. posture e movimenti del polso (flesso-estensioni, deviazioni radio-ulnari)
- d. posture e movimenti della mano (tipo di presa).

Nella valutazione delle singole posture si dovrà definire se, durante il movimento, l'impegno a carico dell'articolazione (misurato dal valore dell'escursione articolare) richiede posizioni articolari estreme (in genere superiori al 50% del range di movimento articolare), neutre (quando il tratto articolare considerato è in posizione di riposo sotto il profilo anatomico o addirittura non coinvolto in operazioni lavorative) o intermedie.

Analogamente a quanto visto per la scala di Borg anche nel caso della valutazione delle posture si è ricorso alla definizione della percezione soggettiva in funzione dell'impegno articolare richiesto in diverse condizioni posturali.

Particolare cura inoltre va posta nella definizione della presa manuale degli oggetti durante lo svolgimento del compito lavorativo, che risulterà di diversa valenza anatomica (e differente impegno di sforzo) a seconda della tipologia considerata.

1d) Tempi di recupero

Un lavoro ripetitivo risulta estremamente gravoso se, oltre a prevedere un'elevata frequenza di azioni tecniche, è privo di adeguati periodi di recupero. Nel corso di tali periodi può avvenire il ripristino metabolico del distretto interessato da sollecitazioni durante lo svolgimento dei compiti ripetitivi. Ciò non è sempre possibile, in quanto alcuni lavoratori svolgono attività caratterizzate da alte velocità, in cui, ad esempio, i ritmi sono dettati da una macchina, e

pertanto non si manifesta la possibilità di intervallare l'attività lavorativa con periodi di pausa. Accanto alle informazioni relative a forza, frequenza, postura e fattori complementari vanno pertanto acquisite informazioni anche sulla distribuzione delle varie fasi nell'ambito del turno lavorativo, per poter determinare:

- la presenza e la durata dei tempi di "pausa" in relazione al periodo di attività contraddistinto da cicli
- la distribuzione delle pause all'interno del turno.

I due parametri sopra descritti permettono di valutare se l'attività prevede un corretto rapporto tra tempi di attività ciclica e tempi di recupero, tale da permettere ai gruppi muscolari che coordinano i vari movimenti articolari un riposo adeguato per evitare situazioni di stress e affaticamento muscolare. Queste ultime condizioni, nel tempo, incidono in modo negativo sul grado di coordinazione motoria necessario per svolgere correttamente attività ad alto contenuto ripetitivo.

Su tale problematica, l'aspetto della valutazione dei tempi attivi in rapporto alla durata delle pause ed alla loro distribuzione è stato affrontato a partire dagli anni '50, con studi di fisiologia muscolare rivolti alla valutazione dei tempi di recupero in funzione dell'applicazione di una forza muscolare discreta.

Recentemente la Health and Safety Commission australiana, ha giudicato accettabile il valore di 5:1 per il rapporto tra tempo dedicato al lavoro ripetitivo e tempo di recupero.

1e) Fattori complementari

Nella determinazione delle condizioni di discomfort operativo, accanto ai fattori già presi in considerazione, intervengono altri elementi sempre di natura lavorativa specifici dell'attività svolta, definiti generalmente con il termine di "complementari", che possono, se presenti, incidere nella determinazione del rischio complessivo in funzione del tempo effettivo di intervento all'interno del ciclo lavorativo; si riportano di seguito quelli normalmente più incisivi:

- uso di strumenti vibranti (anche se solo per una parte delle azioni)
- estrema precisione richiesta (tolleranza di circa 1 mm. nel posizionamento di un oggetto)
- compressioni localizzate su strutture anatomiche della mano o dell'avambraccio da parte di strumenti, oggetti o arredi di lavoro
- esposizione a refrigerazioni
- uso di guanti che interferiscono con l'abilità manuale richiesta dal compito
- scivolosità della superficie degli oggetti manipolati
- esecuzione di movimenti bruschi o "a strappo" o veloci
- esecuzione di gesti con contraccolpi (es.: martellare o picconare su superfici dure)

2 - METODI DI ANALISI

Negli ultimi anni si è assistito ad un notevole incremento delle denunce dei casi di patologie legate alla ripetizione di movimenti o ad una loro effettuazione in condizioni disagiate.

Dal punto di vista medico, si rilevano progressi sull'accertamento diagnostico, sia clinico che strumentale; i numerosi studi biomeccanici disponibili volti alla caratterizzazione dei fattori di rischio responsabili dell'esposizione lavorativa, hanno reso disponibili numerose procedure finalizzate ad una ricostruzione più fedele possibile del gesto tecnico preso in esame, ognuna delle quali tenta di quantificare, sia pure con diverse concezioni metodologiche, il contributo dei singoli fattori al rischio.

Accanto alle cosiddette "liste di controllo" (CHECK-LIST), organizzate in forma di questionari a struttura più o meno complessa, utili ad inquadrare rapidamente le postazioni di lavoro (o le fasi lavorative) più a rischio, si trovano protocolli di analisi più complessi che tentano di definire un indice di sintesi, integrando le informazioni di natura organizzativa, con i dati di natura biomeccanica.

Ad oggi comunque non esiste ancora un "modello" generale di analisi in grado di fornire una procedura universalmente valida per la quantificazione del rischio di traumi associati a movimenti ripetuti; tra i modelli più rappresentativi, si possono citare (in ordine alfabetico):

A) CHECK-LIST

E' un modello d'analisi sintetico basato su check list, con il vantaggio di ottenere una rapida valutazione del rischio (pre-stima) sia dei luoghi di lavoro (*postazioni*) sia delle attività lavorative (*mansioni*). Vengono individuati valori numerici crescenti in funzione della crescita del rischio per quattro principali fattori: tempi di recupero, frequenza, forza e postura, e per i fattori complementari: vibrazioni, compressioni, uso di guanti ecc. La somma dei valori parziali, per ogni compito lavorativo, consente la stima del livello di rischio, riconducendolo a quattro fasce.

B) CTD INDEX

Utilizza dati quantitativi sulla frequenza di movimento della mano e sulle forze applicate, per ottenere un fattore di frequenza in funzione dello sforzo agente sui muscoli e i tendini del polso; tiene conto anche della postura degli arti superiori, della spalla, del collo e del tronco. Fornisce un valore finale "singolare", che rappresenta la probabilità di patologie muscoloscheletriche agli arti superiori ogni 200.000 ore lavorate.

C) ERGONOMIC STRESS INDEX

Il metodo fornisce un indice basato sulla frequenza di ripetizione del movimento, l'applicazione di forze eccessive ed il mantenimento di posture obbligate, consentendo anche di valutare l'effetto interattivo dei tre fattori; i valori assegnati ai fattori di rischio sono classificati secondo la metodologia NIOSH in AL (*Action Limit*) e MPL (*Maximum Permissible Limit*) secondo cinque livelli (*la frequenza, ad esempio, viene espressa come numero di movimenti effettuati da una articolazione nel corso di un turno lavorativo e poi classificata sulla base di dati epidemiologici da "molto bassa" a "molto alta"*). Nel calcolo dell'indice, i diversi fattori di rischio assumono lo stesso peso, e l'indice può variare da 7 a 215.

D) OCRA INDEX (Occupational Repetitive Actions)

Rappresenta un indice sintetico di esposizione a movimenti ripetuti degli arti superiori derivato da principi fisiologici, biomeccanici ed epidemiologici. Si basa sul rapporto tra il numero giornaliero di azioni effettivamente svolte con gli arti superiori in compiti ciclici ed il corrispondente numero di azioni raccomandate (metodologia simile al NIOSH per movimentazione carichi), calcolate sulla base di una costante (30 azioni/minuto) rappresentativa di condizioni ottimali. In presenza di elementi peggiorativi (forza, postura, periodi di recupero, fattori complementari), quest'ultima subisce un decremento mediante appositi coefficienti correttivi. L'indice di esposizione OCRA fornisce intervalli di valori (secondo aree di colore) che corrispondono a "livelli di azione" differenti.

(Studi comparativi condotti tra questo metodo ed il precedente permettono di poter verificare la relativa corrispondenza tra i risultati ottenuti tra "CHECK LIST" e "OCRA index" attraverso una tabella di conversione dei punteggi).

E) OWAS

Il metodo si basa sull'osservazione e la registrazione di informazioni relative alle posture ed ai carichi, sulla base delle pause nelle attività. I dati raccolti vengono standardizzati e - a seconda del grado di severità degli effetti indotti - le attività sono classificate in quattro "categorie di azione".

F) RULA (Rapid Upper Limb Assessment)

Sviluppato per l'analisi ergonomica nei luoghi di lavoro, prende in considerazione le sollecitazioni del distretto anatomico superiore, è di facile e rapida applicazione e non richiede apparecchiature e/o strumenti. Il metodo codifica una serie di possibili azioni effettuate dal lavoratore, determinando le posture incongrue causate da sforzi statici ma prolungati nel tempo. A determinate posizioni assunte dal collo, dagli arti superiori dal tronco e dagli arti inferiori sono assegnati determinati valori, che possono essere incrementati per particolari condizioni. Si assegna infine un punteggio finale compreso tra 1 e 7, classificabile in quattro "livelli di azione".

G) STRAIN INDEX

Lo Strain Index (S.I.) è stato proposto come metodologia semiquantitativa di analisi delle attività lavorative. Esso prevede la misura o stima di sei variabili lavorative (*intensità dello sforzo, durata dello sforzo per ciclo, numero di azioni al minuto, postura del polso, velocità di esecuzione, durata del compito nel turno*), l'assegnazione a ciascuna di esse di una valutazione su una scala di valori predefinita in relazione ai dati di esposizione e il calcolo finale dell'indice mediante il prodotto di fattori moltiplicativi. Il valore "S.I. = 5" è stato indicato come separazione tra lavori sicuri e lavori rischiosi, associati all'insorgere di disturbi muscoloscheletrici.

H) ALTRE METODOLOGIE

In letteratura sono riportate altre metodologie di valutazione del rischio derivante da gesti ripetitivi e posture incongrue. Tra le altre, un questionario di due pagine elaborato dal Centro di Ergonomia dell'Università del Michigan (USA), che prende in considerazione, per ciascuna mano, la ripetitività del gesto, le azioni meccaniche, la forza esercitata, la postura e gli utensili usati, al fine di determinare la presenza di fattori di rischio ergonomico correlabili allo sviluppo di malattie muscolo-scheletriche da sforzi ripetuti agli arti superiori.