

P. Apostoli¹, E. Sala², A. Gullino³, C. Romano³

Analisi comparata dell'applicazione di quattro metodi per la valutazione del rischio biomeccanico per l'arto superiore

¹ Cattedra di Igiene Industriale Università degli Studi di Brescia

² Scuola di Specializzazione in Medicina del lavoro, Università degli Studi di Brescia

³ Dipartimento di Traumatologia, Ortopedia e Medicina del lavoro, Università degli Studi di Torino

RIASSUNTO. Negli ultimi anni le segnalazioni di disturbi muscoloscheletrici lavoro-correlati, (Work Related Musculo-Skeletal Disorders = WMSDs), sono aumentate in modo significativo, anche per un più diffuso meccanismo di riconoscimento delle patologie e dei rischi. Per questi ultimi però i pur numerosi modelli di valutazione non trovano un unanime riconoscimento.

In questo studio viene presentata l'applicazione a 12 postazioni di lavoro a diverso livello di sovraccarico biomeccanico, di quattro metodi (Check list OCRA, OREGGE, Strain Index, ACGIH). Il confronto, ha permesso di evidenziare una discordanza tra i metodi nelle situazioni a rischio intermedio, mentre per quelle a rischio assente o elevato i metodi forniscono dati sostanzialmente sovrapponibili. Nelle situazioni in cui la valutazione del rischio era concordante i metodi non erano in grado di evidenziare in modo univoco e ripetibile le singole componenti del rischio. Risulta pertanto utile una successiva valutazione analitica dei singoli fattori di rischio che concorrono a determinare il valore degli indici sintetici. Questi ultimi non dovrebbero essere pertanto considerati in grado di definire in modo inequivocabile componenti "accettabili" o "non accettabili" nel complesso dei fattori di rischio biomeccanico.

Parole chiave: disturbi muscoloscheletrici arto superiore, valutazione del rischio, OCRA, OREGGE, HAL, Strain Index.

ABSTRACT. www.gimle.fsm.it

In the last years notices of Work Related Musculo-Skeletal Disorders are significantly increased, for a much widespread mechanism of disease and risk identification. About the last, the methods of assessment, even if in great number, are not universally recognized.

This study reports the application of four methods (Check list OCRA, OREGGE, Strain Index, ACGIH) to evaluate 12 work emplacements at a different biomechanical overload level. The comparison revealed variability between the methods in situations of middle risk, while the methods substantially gave similar results in situations without any risk or with high risk. Methods could not reveal every component of the risk in a reproducible and univocal way also when the risk assessment was accordant. It is necessary a following analytical evaluation of each risk factor contributing to define the synthetic index. In the complex of biomechanical risk factors these ones might not be considered able to define unequivocally "acceptable" or "not acceptable" components.

Key words: musculoskeletal disorders upper limb, risk assessment, OCRA, OREGGE, HAL, Strain Index.

1. Premessa

I disturbi muscolo-scheletrici correlati al lavoro (Work Related Musculo-Skeletal Disorders = WMSDs), in particolare quelli a carico dell'arto superiore, sono diventati negli ultimi anni oggetto di crescente interesse da parte di chi si occupa di valutazione dei rischi, di sorveglianza sanitaria, di riconoscimento di malattie da lavoro o lavoro correlate o di chi più in generale si occupa di prevenzione nei luoghi di lavoro.

A sollecitare un maggior interesse delle nostre discipline sull'argomento sono stati anzitutto i dati di un sempre più ampio riconoscimento dei WMSDs in realtà come ad esempio gli USA. È fuori discussione l'impressione suscitata da dati come quelli del Bureau of Labor Statistic che segnalavano, dal '72 al '94, incrementi delle malattie riconosciute da traumi ripetuti (comprensive, va sottolineato, anche dell'ipoacusia da rumore) di circa 14 volte raggiungendo in quell'anno i 400000 casi, ovvero il 65% circa di tutte le malattie indennizzate nel Paese (NSC 1998). Questi dati presentavano una precisa rapida crescita tra il 1987 ed il 1991 con tendenza alla stabilizzazione tra il 1992 ed il 1995. Dopo questo anno si è avuta un'inversione di tendenza con una riduzione dei casi a 253000 nel 1999 (NSC, 2000). Tutto ciò poteva essere interpretato con il peso rilevante, nel determinare la "crescita delle patologie", di una maggiore disposizione al riconoscimento di queste come malattie da lavoro; non solo quindi "epidemie di WMSDs", ma anche loro "epidemie di riconoscimento" (Apostoli 2001).

Nel nostro paese i dati INAIL più aggiornati (Balletta e coll. 2001) evidenziano una crescita delle WMSDs accolte da 139 nel 1996 a 1500 nel 2000, con una netta prevalenza (51%) di sindromi del tunnel carpale.

Un altro tema che ha sollecitato l'interesse degli operatori è stato quello della valutazione del rischio. Sulla centralità di questa attività tra quelle che il medico del lavoro deve garantire ai datori di lavoro e ai lavoratori si sta ormai realizzando un ampio consenso, soprattutto per i rischi come i WMSDs, generalmente trascurati proprio per un loro assente o incompleto inquadramento. Ne consegue, nell'ambito delle attività che competono al medico, una difficile programmazione di sorveglianza sanitaria e formazione nel cui orientamento sempre meno si dovrebbero utiliz-

zare evidenze di disturbi-patologie e sempre più elementi derivanti da una corretta analisi ergonomica.

Le conclusioni deducibili dai vari indici di rischio risultanti da tale analisi possono infatti costituire la base di interventi di tipo strutturale-organizzativo (modifiche del posto di lavoro, degli attrezzi, della distribuzione dei tempi di lavoro) o sanitario (corsi di formazione per il personale, addestramento all'utilizzo di nuovi strumenti o ausili, sorveglianza sanitaria e monitoraggio dei parametri critici) (Capodaglio e coll. 2001).

I WMSDs vengono correttamente classificati tra le evenienze multifattoriali nelle quali cioè più di un fattore di rischio, spesso non sufficiente se singolarmente preso, a volte neppure specifico, entrano in gioco e devono essere analizzati. Complicano inquadramento e valutazione dei rischi di comparsa di WMSDs la presenza di una importante componente individuale (spesso riassunta nei cosiddetti fattori psicosociali) e non lavorativa, che va identificata e correttamente pesata non solo per più corretti percorsi di diagnosi delle evidenze, ma anche, se non soprattutto, per una corretta individuazione delle misure preventive.

I principali fattori occupazionali (movimenti ripetitivi ad alta frequenza, forza, posture incongrue, recupero insufficiente, compressione di strutture anatomiche, vibrazioni, strumenti di lavoro non ergonomici, uso di guanti inadeguati) sono stati messi a fuoco attraverso diversi modelli di studio come quelli di analisi integrata, pur se non interamente validati o unanimemente riconosciuti, secondo alcuni Autori soprattutto per la loro insufficiente verifica diagnostica ed epidemiologica (Dempsey 1998). Il metodo OCRA e il metodo Strain Index sono stati direttamente sottoposti a critica da Kilbom (1999) in merito alla loro capacità predittiva del rischio biomeccanico per gli operatori.

La conoscenza del significato e dei limiti delle procedure standardizzate è una precondizione al loro uso, a partire dalla impossibilità di impiegarli oggi per discriminare magari in sede penale situazioni "assolutamente accettabili" da altre "non accettabili".

Una tale necessità appare accentuata dalla crescita negli ultimi tempi del numero di metodi di valutazione proposti con la prospettiva, soprattutto dopo l'introduzione del metodo dell'ACGIH, di un loro esteso impiego.

Ci è quindi apparso utile mettere a confronto i risultati dell'impiego su attività lavorative a diverso rischio di WMSDs di alcuni metodi di analisi proposti dalla letteratura, con l'obiettivo di coglierne le peculiarità e favorirne comprensione ed utilizzo.

2. Materiali e metodi

2.1 Attività indagate

Sono state studiate 10 attività di montaggio e confezionamento di manufatti in metallo e plastica e 2 di sbavatura, effettuate in 2 diversi stabilimenti.

Nel primo vengono montati ed assemblati su 3 diverse linee manufatti in plastica e metallo (OGGETTO 1, 2, 3),

in diverse postazioni di lavoro che verranno analizzate singolarmente (postazioni da 1 a 10).

Le attività di montaggio e confezionamento effettuate sulle tre linee, pur essendo simili tra di loro come organizzazione e tipo di prodotto, differiscono però per peso dei componenti e del manufatto finale, per sue dimensioni ed ingombro e per lunghezza del ciclo. Ciò determina differenze nella forza, nella ripetitività e nel tipo di postura richiesti per l'esecuzione di questi compiti e quindi nel rischio biomeccanico associato.

Nelle prime postazioni sono prevalentemente eseguite attività di montaggio e assemblaggio/finitura della struttura portante o dei particolari, con l'esecuzione di numerose operazioni di rivettatura e inserimento manuale di pezzi metallici, in gomma o in tessuto (supporti, molle, tappini, plastiche varie, perni, rivestimenti).

La sequenza "tipo" delle operazioni di assemblaggio/montaggio è la seguente:

- Sollevamento del manufatto da bordo linea (scivolo, nastro) e posizionamento su dima, piano di lavoro o rivettatrice.
 - Inserimento di:
 1. tappi
 2. particolari metallici
 3. particolari plastici
 4. minuterie
 5. supporti
 6. elementi tessili
 - Ribattitura della strutture e dei vari componenti con sollevamento ed esecuzione di varie rotazioni dell'intera struttura (se già assemblata) o del singolo componente.
 - Deposizione della struttura sul nastro trasportatore
Seguono alcune fasi di controllo e di imballaggio del prodotto finito così organizzate:
 - Sollevamento dell'oggetto
 - Controllo visivo con rotazione del pezzo
 - Applicazione etichette
 - Inserimento istruzioni
 - Controllo della funzionalità operativa
 - Chiusura dell'oggetto
 - Deposizione in scatola
- In dettaglio vengono effettuate le seguenti attività

OGGETTO 1

Postazioni 1, 2, 3

La lavorazione si svolge su 4 postazioni, delle quali 2 sono identiche (postazione 3a e 3b).

L'orario di lavoro è organizzato su 7 ore e 30 minuti al giorno, con orario 8-12, 13-17.

Sono previsti 5 minuti di pausa ogni ora.

È prevista una rotazione tra le postazioni: ogni quattro ore le lavoratrici sono addette per due ore consecutive alle prime due postazioni, per un'ora alla terza e per un'ora alla quarta.

Postazione 1

Sono impiegate sulla linea 4 lavoratrici divise su 4 stazioni.

Vengono eseguite in totale 70 azioni in 93 secondi. La durata del ciclo è fissata in 1.55 minuti per una produzione di 240 pezzi al giorno.

Le attività principali sono quelle di sollevamento, spostamento, posizionamento dei componenti.

Il peso dei pezzi lavorati varia da 0.5 a 1.1 Kg.

Postazione 2

Si effettuano 22 azioni in 46". La durata del ciclo è fissata in 0,77 minuti con una produzione di 465 pezzi al giorno. Vengono effettuate operazioni di spostamento, sollevamento della struttura e utilizzo di attrezzatura pneumatica per inserire tappini e rivettatrice a strappo per distanziali.

Postazione 3

Vengono effettuate 14 azioni totali in 46". La durata del ciclo è pari a 0,77 minuti. Vengono prodotti complessivamente 465 pezzi al giorno del peso di 0,9 Kg ciascuno.

Postazioni 4, 5, 6

Sono impiegate sulla linea 5 lavoratrici divise su 4 stazioni, di cui due identiche: nelle prime due stazioni due lavoratrici sono addette all'assemblaggio della struttura; nella successiva altre due sono addette alla vestizione; nella quarta una lavoratrice è addetta al controllo ed al confezionamento del prodotto finito.

L'orario di lavoro è organizzato su 8 ore al giorno con orario 8-12, 13-17. Sono previsti 5 minuti di pausa alle ore 9,10, 11, 14, 15 e 16.

È prevista una rotazione oraria tra le postazioni

Postazione 4

Vengono compiute 75 azioni in 180 secondi. La durata del ciclo è fissata a 3 minuti, con un totale di 125 pezzi montati in una giornata lavorativa.

Le attività prevalenti sono quelle di sollevamento, spostamento, rotazione, posizionamento delle componenti dai contenitori-siti di deposito alla ribattitrice-piano di lavoro e da questa al nastro trasportatore.

Il peso delle diverse componenti è di 1,6, 0,57, 0,61, 0,44.

Alla fine dell'assemblaggio struttura il manufatto raggiunge 5,6 Kg.

Postazione 5

Queste operazioni comportano l'esecuzione di un totale di 53 azioni in 93". La durata di ogni ciclo è fissata in 1,55 minuti per un totale di 250 pezzi /die.

Vengono svolte azioni di sollevamento e spostamento della struttura inserimento di parti tessili, rivettatura con utensile del peso di 1,4 Kg, inserimento di particolari plastici, fissaggio e schiacciamento (anche di pulsanti) inserimento e stiramento di cinghia.

I movimenti sono a carico soprattutto di mano-polso (rivettature, inserimento, schiacciamento) e gomito-spalla (sollevamento spostamento).

Il peso finale del pezzo è di 8 Kg.

Postazione 6

Vengono compiute 35 azioni in 93 secondi. La durata del ciclo è di 1,55 minuti per un totale di 250 pezzi per

giornata lavorativa. Il controllo imballaggio comporta soprattutto sollevamento ed abbassamento parziale o completo del pezzo che ha raggiunto il peso finale di 8 Kg, di controllo funzionalità della struttura, di montaggio accessori.

OGGETTO 2

Postazioni 7, 8, 9

Le lavoratrici addette sono 5 suddivise in 5 stazioni delle quali 2 sono doppie, identiche tra loro.

L'orario di lavoro è 8-12, 13-17 con pausa di 5 minuti/ora.

È prevista una rotazione tra tutte le stazioni ogni ora.

Postazione 7

Ogni operazione è composta da un totale di 34 azioni. La durata del ciclo è fissata in 1,25 minuti per una produzione totale di 300 pezzi al giorno.

Le principali attività sono quelle di inserimento tubi, elementi di fissaggio, plastiche, perni e di spostamento/posizionamento dei diversi componenti nell'attrezzatura semiautomatica e del semilavorato da questa al tavolo.

Il peso finale del manufatto è di 4,5 Kg.

Postazione 8

Il ciclo prevede l'esecuzione di un totale di 41 azioni in 75 secondi. La durata del ciclo è quindi di 1,25 minuti con produzione di 300 manufatti al giorno.

Il peso finale del manufatto è di 7,2 Kg.

Postazione 9

Le azioni complessive sono circa 50 svolte in 75 secondi. La durata del ciclo è infatti di 1,25 minuti per una produzione di 300 confezioni al giorno.

Le attività sono quelle di completamento con accessori, rivettatura manuale e confezionamento.

Il peso finale del manufatto è di 7,5 Kg.

OGGETTO 3

Postazione 10

Sulle linee sono impegnate 5 lavoratrici in altrettante postazioni tra loro identiche.

Il lavoro è organizzato in 8 ore al giorno con pause di 5 minuti ogni ora.

Non sono previste rotazioni.

Sono effettuate un totale di 50 azioni in 1,45 minuti. La durata del ciclo è di 85 secondi.

Vengono prodotti giornalmente 280 pezzi.

Il peso di ciascun pezzo varia da 2,6 Kg all'inizio a 2,8 alla fine del ciclo.

L'inserimento dei tappi richiede un movimento di pressione del I dito delle mani sul pezzo.

Nel secondo stabilimento vengono stampati e successivamente sbavati 2 oggetti (**OGGETTO 4 e 5**) in plastica e saranno analizzate 2 postazioni di sbavatura (11 e 12) nelle quali vengono effettuate prevalentemente (per la durata di pressoché tutto il ciclo di lavoro) operazioni di sbavatu-

ra del prodotto o dei particolari, con la seguente sequenza di operazioni:

- Sollevamento del pezzo
- Deposizione in dima
- Sbavatura dei lati e dei particolari
- Esecuzione di fori
- Deposizione dell'oggetto nella scatola

Anche in queste 2 diverse postazioni varia il peso dell'oggetto, ma soprattutto la struttura e quindi gli angoli da sbavare con significativi effetti sulla postura del polso.

I tempi di permanenza alle postazioni indagate nello stabilimento dove vengono prodotti questi oggetti sono riferiti alla turnazione (6x6x4).

Le pause, ammontanti complessivamente a 25 minuti, vengono effettuate nella 2° ora (5 minuti), tra la 3° e la 4° ora (12 minuti), ed alla 5° ora (8 minuti), in alcune postazioni è prevista una permanenza di sole 3 ore nel turno, in questo caso sono previste pause di complessivi 12 minuti.

In dettaglio sono effettuate le seguenti attività:

OGGETTO 4

Vengono prodotti 30 pezzi/turno per lavoratore.

Postazione 11

La durata del ciclo è fissata in 6 minuti.

Le attività principali sono quelle di sbavatura con utilizzo di raschietti, barrette e coltellini, di foratura e posizionamento jacknuts e di inscatolamento.

Il peso dei pezzi lavorati è di 0,5 Kg, 1 Kg, 7 Kg.

OGGETTO 5

Vengono prodotti 16 pezzi/turno per lavoratore.

Postazione 12

La durata del ciclo è fissata in 11 minuti.

2.2 Metodi di valutazione utilizzati

Valutazione e quantificazione dei fattori di rischio implicati nella genesi del sovraccarico biomeccanico agli arti superiori sono state realizzate mediante:

- registrazione con videocamera delle attività lavorative e acquisizione delle informazioni da direzione di azienda sottoscritte dagli RLS su:
 - numero di addetti, compiti lavorativi, modalità organizzative ed operative;
 - identificazione dei compiti caratteristici di un lavoro e fra essi di quelli che si compiono (per tempi significativi) a cicli uguali;
 - individuazione dei compiti costituenti i cicli;
 - identificazione delle singole azioni;
 - descrizione e quantificazione per ciascun ciclo della frequenza, della forza, della postura;
 - analisi della durata e della sequenza dei periodi di recupero;

- compilazione delle seguenti schede e questionari:
 - la quantificazione della forza è stata effettuata mediante utilizzo della scala di Borg, somministrata dai valutatori alle lavoratrici addette alle diverse postazioni di lavoro, è stata poi ricavata la media dei diversi valori segnalati dalle lavoratrici;
 - la valutazione soggettiva della presenza di eventuali disturbi a carico di collo o arto superiore è stata effettuata tramite la compilazione da parte delle lavoratrici di apposite tabelle indaganti la presenza di sintomi (stanchezza/pesantezza, fastidio, formicolio, dolore) a carico dei vari distretti (collo, spalla, gomito, polso, mano);
- applicazione dei seguenti metodi di valutazione:
 - modello per la stima di TLV dell'ACGIH
 - check-list per la stima rapida di esposizione OCRA (Occupational Repetitive Actions),
 - OREGÉ (Outil de Reperage et d'Evaluation des Gestes, strumento di raccolta e valutazione dei gesti),
 - Strain Index di Moore e Garg (metodo SI).

ACGIH

Questo schema di analisi proposto dall'ACGIH (2001) si basa sul calcolo dell'Hand Activity Level (HAL), che è un indice di livello di attività manuale e del Peak Hand Force, picco di forza normalizzato. Il grafico che si ottiene dalla integrazione dei due indici individua il limite oltre il quale esiste sufficiente evidenza di comparsa di disturbi muscolo scheletrici.

L'indice di attività manuale è stimato in base alla frequenza di attività manuale (azioni/secondo) nel ciclo lavorativo tramite una valutazione quantitativa da effettuarsi con apposita tabella numerica oppure tramite un metodo qualitativo/descrittivo che fa comunque riferimento ad una scala numerica (0-10). Il picco di forza è normalizzato con una scala di valori da 0 a 10; può essere effettuato con una valutazione fornita dall'esperto o tramite la scala di Borg (1998) con indice fornito dal lavoratore.

Sul grafico che si ottiene dall'integrazione tra picco di forza normalizzato e indice di attività manuale si individuano due rette: una comprende i valori dei TLV, l'altra gli action levels. Il punto individuato dall'integrazione tra forza ed indice di attività manuale corrispondente alle varie attività indagate sarà quindi localizzato sul grafico e potrà trovarsi al di sopra o al di sotto della retta del TLV, al di sopra o al di sotto della retta corrispondente all'action levels, in relazione all'entità del rischio.

Check-list OCRA

Lo schema di analisi proposto dalla check-list OCRA (Colombini e coll. 2000) prevede l'individuazione di valori numerici preassegnati (crescenti in funzione della crescita del rischio) per ciascuno dei quattro principali fattori di rischio (tempi di recupero, frequenza, forza, postura) e per i fattori complementari. In particolare viene assegnato un punteggio variabile da 0 a 10 in funzione del numero e della lunghezza delle interruzioni/pause del lavoro ripetitivo nel turno, un valore variabile da 0 a 10 in relazione al numero di azioni al secondo, un valore da 1 a

16 in funzione dalla forza esercitata e della percentuale del ciclo in cui viene esercitata forza, da 1 a 11 per le posture incongrue del braccio del polso e del gomito e per la percentuale del ciclo di lavoro durante la quale viene mantenuta tale postura, da 1 a 2 in relazione alla presenza di fattori complementari quali ad esempio l'uso di guanti o attrezzi inadeguati. La somma dei valori parziali ottenuti produce una entità numerica che consente la stima del livello di rischio.

Dato che i valori numerici indicati nella check-list sono stati "tarati" sui fattori moltiplicativi forniti per il calcolo del più completo indice di esposizione OCRA, il valore finale della check-list può essere a sua volta letto in funzione della fascia di corrispondenza coi valori OCRA.

Sommando i valori ottenuti dalla valutazione di Recupero+ Forza+ Frequenza+ Ripetitività+ Fattori Complementari si ottengono punteggi riferibili a rispettive fasce di rischio riportate in Tabella I.

Tabella I. Corrispondenza tra punteggi Check-list OCRA, indici OCRA e relative fasce di rischio

Check List OCRA	OCRA	Fascia di rischio
Fino a 6	2	Fascia verde e giallo/verde = assenza di rischio
6,1-11,9	2,1-3,9	Fascia giallo/rossa= rischio lieve
12-18,9	4-7,9	Fascia media= rischio medio
> = 19	> = 8	Fascia alta= rischio elevato

OREGE (Outil de Reperage et d'Evaluation des Gestes)

L'OREGE (Outil de Reperage et d'Evaluation des Gestes) (INRS, 2000), comprende la quantificazione da parte del valutatore della forza con la scala (da 0 a 10) di Latko (1997) che tiene conto del peso di oggetti ed utensili, del tipo di presa, della pressione, delle vibrazioni, della temperatura, dei guanti, confrontata con una valutazione su scala 0-10 dell'operatore; le posizioni articolari per rachide cervicale, spalla, gomito e polso; la ripetitività anch'essa confrontata con una valutazione dell'operatore. La sintesi dei vari fattori biomeccanici porta al calcolo dell'indice di rischio che si ottiene sommando i punteggi relativi alla forza (0-10), ripetitività (0-10), postura (0-3).

Le scale di valutazione di forza e ripetitività sono compilate dai lavoratori (a cui viene chiesto di indicare su una scala continua il livello corrispondente all'entità di forza e ripetitività richiesta in quella postazione) e dal valutatore-esperto.

La somma dei punteggi ottenuti per forza, ripetitività, postura consente di individuare tre fasce di rischio:

- 1-8 accettabile
- 9-15 non raccomandato
- 16- 23 da evitare.

Strain Index (SI)

Il metodo, proposto nel 1995 da Moore e Garg, è stato realizzato secondo una logica di interazione moltiplicativa tra le variabili e prevede la valutazione di diversi parametri.

Una prima variabile da misurare è l'intensità dello sforzo, cioè la stima della forza richiesta per realizzare l'azione (% sforzo massimo e punteggio scala di Borg). Va inoltre valutata la durata dello sforzo, dividendo la durata di tutti gli sforzi misurati per il tempo di esecuzione del compito.

Naturalmente va considerato il numero di sforzi compiuti in un minuto.

L'indice richiede inoltre una stima della postura della mano o del polso in relazione ad una posizione neutra.

Infine vanno valutate la velocità con cui il lavoratore sta lavorando (in rapporto ad un ritmo predefinito) e la durata giornaliera del compito.

A ciascun parametro analizzato viene attribuito un punteggio che diviene un fattore moltiplicatore in modo che:

Strain Index (SI) = intensità dell'azione (forza) x durata dell'applicazione di forza x n° di azioni in forza (sforzi)/minuto x postura mano/polso x velocità d'esecuzione del compito x ore di lavoro/giorno

Per l'interpretazione del risultato si adotta la seguente scala:

- SI < 3 lavori probabilmente sicuri
- SI > 3-7 valutazione incerta
- SI > 7 lavori probabilmente pericolosi

3. Risultati

Di seguito sono riportati i risultati dell'applicazione dei diversi metodi di valutazione precisando per ogni tabella la postazione indagata, il punteggio finale con la definizione del rischio presente ed i punteggi intermedi relativi alla definizione di forza, ripetitività, frequenza e postura che consentono di giungere alla valutazione finale (Tabelle II-XIII).

4. Discussione e conclusioni

Prima dell'interpretazione e della discussione dei risultati ottenuti, sembrano opportune alcune considerazioni generali sui criteri principali indicati in letteratura come ottimali nella caratterizzazione di un metodo per la valutazione del rischio da sovraccarico biomeccanico per l'arto superiore; in tabella sono riassunti i criteri identificati da Li e Buckle nel 1999, derivati dall'analisi eseguita sui metodi pubblicati in letteratura dal 1974 al 1998.

Gli Autori hanno evidenziato anche alcuni problemi irrisolti; tra questi pare opportuno in questa sede ricordare:

- il *problema della dose*, determinato dalla difficoltà di ponderazione di ogni singolo fattore (di cui non è ancora completamente nota l'importanza effettiva singolarmente considerata), cui consegue la difficoltà di quantificare un livello di esposizione "sicura" (o per contro della "dose efficace"), su cui vi sia consenso tra i diversi autori, che possa differenziare situazioni con livelli di esposizione sicuramente a rischio;
- il *problema del rischio composto*, determinato dalla ancora non chiara interazione dei diversi fattori tra di loro, che può portare alla quantificazione in un unico in-

Tabella II. Risultati delle indagini riferite all'oggetto 1, postazione 1

STRAIN INDEX													
Intensità di forza	Durata dello sforzo (% del ciclo)		Sforzi al minuto	Postura mano/polso		Velocità di lavoro		Durata (ore/die)		STRAIN			
3	1		1	1,5		1,5		0,75		5			
CHECK LIST OCRA													
INDICE										PUNTEGGIO		NOTE	
RECUPERO										0			
pause permanenza										5'/h 7,5h			
FREQUENZA										3			
azioni totali/pezzo										70			
durata ciclo										1,55			
azioni al minuto										45			
FORZA										0,5			
Uso di forza di grado moderato										0,5		Inserimento tubi	
POSTURA										1			
Valore più alto ottenuto tra i 4 blocchi di domande										1		Le braccia sono sollevate di poco per più di metà del tempo	
FATTORI COMPLEMENTARI										0			
INDICE DI ESPOSIZIONE 4,5													
OREGE													
FATTORI DI RISCHIO BIOMECCANICO													
FORZA		ANGOLO						RIPETITIVITÀ					
Scala	Valore da considerare	Collo	Spalla		Gomito		Polso		Valore da considerare	Scala	Valore da considerare		
1	6	1,5	1	dx	sin	dx	sin	dx	sin	2	5	5	5
DEFINIZIONE DEL RISCHIO													
Forza (da 0 a 10)		Angolo (da 1 a 3)			Ripetitività (da 0 a 10)			Definizione del rischio			Descrizione		
1,5		1,5			5			8			Accettabile		
ACGIH													
FREQUENZA AZIONI/ SECONDO				BORG				HAL					
0,75				3				5					

Tabella III. Risultati delle indagini riferite all'oggetto 1, postazione 2

STRAIN INDEX													
Intensità di forza	Durata dello sforzo (% del ciclo)		Sforzi al minuto	Postura mano/polso		Velocità di lavoro		Durata (ore/die)		STRAIN			
3	1		1	1,5		1		0,50		2,25			
CHECK LIST OCRA													
INDICE										PUNTEGGIO		NOTE	
RECUPERO										0			
pause permanenza										5'/h 7,5h			
FREQUENZA										1			
azioni totali/pezzo										22			
durata ciclo										0,77			
azioni al minuto										28			
FORZA										1			
Uso di forza di grado moderato										1		Inserimento tappini circa 15% del tempo	
POSTURA										1			
Valore più alto ottenuto tra i 4 blocchi di domande										1		Le braccia sono sollevate di poco per più di metà del tempo	
FATTORI COMPLEMENTARI										0			
INDICE DI ESPOSIZIONE 3													
OREGE													
FATTORI DI RISCHIO BIOMECCANICO													
FORZA		ANGOLO						RIPETITIVITÀ					
Scala	Valore da considerare	Collo	Spalla		Gomito		Polso		Valore da considerare	Scala	Valore da considerare		
1	1	1	1	dx	sin	dx	sin	dx	sin	1	4	9	5
DEFINIZIONE DEL RISCHIO													
Forza (da 0 a 10)		Angolo (da 1 a 3)			Ripetitività (da 0 a 10)			Definizione del rischio			Descrizione		
1		1			5			7			Accettabile		
ACGIH													
FREQUENZA AZIONI/ SECONDO				BORG				HAL					
0,47				3				4					

Tabella IV. Risultati delle indagini riferite all'oggetto 1, postazione 3

STRAIN INDEX														
Intensità di forza		Durata dello sforzo (% del ciclo)		Sforzi al minuto		Postura mano/polso		Velocità di lavoro		Durata (ore/die)		STRAIN		
3		1		1		1		1		0.50		1.5		
CHECK LIST OCRA														
INDICE										PUNTEGGIO		NOTE		
RECUPERO										0				
pause										5'/h				
permanenza										7.5h				
FREQUENZA										0				
azioni totali/pezzo										14				
durata ciclo										0.77				
azioni al minuto										18				
FORZA										0				
Uso di forza di grado moderato										0				
POSTURA										1				
Valore più alto ottenuto tra i 4 blocchi di domande										1		Le braccia sono sollevate di poco per più di metà del tempo		
FATTORI COMPLEMENTARI										0				
INDICE DI ESPOSIZIONE 1														
OREGE														
FATTORI DI RISCHIO BIOMECCANICO														
FORZA			ANGOLO							RIPETITIVITÀ				
Scala		Valore da considerare	Collo		Spalla		Gomito		Polso		Valore da considerare		Scala	Valore da considerare
				dx	sin	dx	sin	dx	sin	dx	sin			
1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	6	4.5
DEFINIZIONE DEL RISCHIO														
Forza (da 0 a 10)			Angolo (da 1 a 3)				Ripetività (da 0 a 10)			Definizione del rischio		Descrizione		
1			1				4.5			6.5		Accettabile		
ACGIH														
FREQUENZA AZIONI/ SECONDO						BORG			HAL					
0,30						3			3					

Tabella V. Risultati delle indagini riferite all'oggetto 1, postazione 4

STRAIN INDEX														
Intensità di forza		Durata dello sforzo (% del ciclo)		Sforzi al minuto		Postura mano/polso		Velocità di lavoro		Durata (ore/die)		STRAIN		
6		1.5		1.5		3		1		0.5		20		
CHECK LIST OCRA														
INDICE										PUNTEGGIO		NOTE		
RECUPERO										0				
pause										5'/h				
permanenza										7.5h				
FREQUENZA										0.5				
azioni totali/pezzo										75				
durata ciclo										3'				
azioni al minuto										25				
FORZA										6				
Vengono maneggiati oggetti che pesano più di 3 Kg										4		Circa metà ciclo 2 volte ogni ciclo		
Le mani vengono utilizzate come attrezzi per dare colpi										2				
POSTURA										4				
Valore più alto ottenuto tra i 4 blocchi di domande										4		Il polso deve fare piegamenti estremi o assumere posizioni fastidiose per più di metà del tempo		
FATTORI COMPLEMENTARI										0				
INDICE DI ESPOSIZIONE 10,5														
OREGE														
FATTORI DI RISCHIO BIOMECCANICO														
FORZA			ANGOLO							RIPETITIVITÀ				
Scala		Valore da considerare	Collo		Spalla		Gomito		Polso		Valore da considerare		Scala	Valore da considerare
				dx	sin	dx	sin	dx	sin	dx	sin			
6	6	6	1	2	2	2	2	2	2	2	2	5	5	5
DEFINIZIONE DEL RISCHIO														
Forza (da 0 a 10)			Angolo (da 1 a 3)				Ripetività (da 0 a 10)			Definizione del rischio		Descrizione		
6			2				5			13		Non raccomandato		
ACGIH														
FREQUENZA AZIONI/ SECONDO						BORG			HAL					
0,42						4			5					

Tabella VI. Risultati delle indagini riferite all'oggetto 1, postazione 5

STRAIN INDEX													
Intensità di forza	Durata dello sforzo (% del ciclo)	Sforzi al minuto	Postura mano/polso	Velocità di lavoro	Durata (ore/die)	STRAIN							
3	1.5	1.5	1.5	1	0.50	5							
CHECK LIST OCRA													
INDICE					PUNTEGGIO		NOTE						
RECUPERO					0								
pause					5'/h								
permanenza					7.5h								
FREQUENZA					1.5								
azioni totali/pezzo					53								
durata ciclo					1,55'								
azioni al minuto					34								
FORZA					0,5								
Uso di forza di grado moderato					0,5		Rivettatura						
POSTURA					1.5								
Valore più alto ottenuto tra i 4 blocchi di domande					1.5		Le braccia sono sollevate di poco per più di metà del tempo						
FATTORI COMPLEMENTARI					0								
INDICE DI ESPOSIZIONE 3,5													
OREGE													
FATTORI DI RISCHIO BIOMECCANICO													
FORZA		ANGOLO						RIPETITIVITÀ					
Scala	Valore da considerare	Collo	Spalla		Gomito		Polso		Valore da considerare	Scala	Valore da considerare		
			dx	sin	dx	sin	dx	sin					
2.5	3	2.5	1	2	2	1	1	1	1	2	3.5	4	3.5
DEFINIZIONE DEL RISCHIO													
Forza (da 0 a 10)		Angolo (da 1 a 3)			Ripetività (da 0 a 10)		Definizione del rischio		Descrizione				
2.5		2			3.5		8		Accettabile				
ACGIH													
FREQUENZA AZIONI/ SECONDO					BORG			HAL					
0,57					3			3					

Tabella VII. Risultati delle indagini riferite all'oggetto 1, postazione 6

STRAIN INDEX													
Intensità di forza	Durata dello sforzo (% del ciclo)	Sforzi al minuto	Postura mano/polso	Velocità di lavoro	Durata (ore/die)	STRAIN							
6	1.5	1.5	1.5	1	0.75	15							
CHECK LIST OCRA													
INDICE					PUNTEGGIO		NOTE						
RECUPERO					0								
pause					5'/h								
permanenza					7.5h								
FREQUENZA					0								
azioni totali/pezzo					35								
durata ciclo					1.55								
azioni al minuto					22								
FORZA					2.5								
Uso di forza di grado moderato					2.5		Schiacciare pulsanti ed avvittatura						
POSTURA					1.5								
Valore più alto ottenuto tra i 4 blocchi di domande					1.5		Le braccia sono sollevate di poco per più di metà del tempo						
FATTORI COMPLEMENTARI					0								
INDICE DI ESPOSIZIONE 4													
OREGE													
FATTORI DI RISCHIO BIOMECCANICO													
FORZA		ANGOLO						RIPETITIVITÀ					
Scala	Valore da considerare	Collo	Spalla		Gomito		Polso		Valore da considerare	Scala	Valore da considerare		
			dx	sin	dx	sin	dx	sin					
3	5	3.5	1	3	3	2	2	1	1	3	5	6	5
DEFINIZIONE DEL RISCHIO													
Forza (da 0 a 10)		Angolo (da 1 a 3)			Ripetività (da 0 a 10)		Definizione del rischio		Descrizione				
3.5		3			5		11,5		Non raccomandato				
ACGIH													
FREQUENZA AZIONI/ SECONDO					BORG			HAL					
0.37					5			3					

Tabella VIII. Risultati delle indagini riferite all'oggetto 2, postazione 7

STRAIN INDEX														
Intensità di forza		Durata dello sforzo (% del ciclo)		Sforzi al minuto		Postura mano/polso		Velocità di lavoro		Durata (ore/die)		STRAIN		
3		1.5		1		1.5		1		0.5		4		
CHECK LIST OCRA														
INDICE										PUNTEGGIO		NOTE		
RECUPERO										0				
pause										5'/h				
permanenza										7.5h				
FREQUENZA										1				
azioni totali/pezzo										34				
durata ciclo										1.25				
azioni al minuto										27				
FORZA										2.5				
Vengono maneggiati oggetti che pesano più di 3 Kg										2		Una volta ogni ciclo Inserimento tappi e ribattini		
Uso di forza di grado moderato										0.5				
POSTURA										1				
Valore più alto ottenuto tra i 4 blocchi di domande										1		Le braccia sono sollevate di poco per più di metà del tempo		
FATTORI COMPLEMENTARI										0				
INDICE DI ESPOSIZIONE 4.5														
OREGE														
FATTORI DI RISCHIO BIOMECCANICO														
FORZA			ANGOLO							RIPETITIVITÀ				
Scala	Valore da considerare		Collo	Spalla		Gomito		Polso		Valore da considerare		Scala	Valore da considerare	
				dx	sin	dx	sin	dx	sin					
2.5	3	2.5	1	1.5	1.5	1	1	1	1	1.5	3	4	3	
DEFINIZIONE DEL RISCHIO														
Forza (da 0 a 10)			Angolo (da 1 a 3)				Ripetitività (da 0 a 10)			Definizione del rischio		Descrizione		
2.5			1.5				3			7		Accettabile		
ACGIH														
FREQUENZA AZIONI/ SECONDO						BORG			HAL					
0.45						3			3					

Tabella IX. Risultati delle indagini riferite all'oggetto 2, postazione 8

STRAIN INDEX														
Intensità di forza		Durata dello sforzo (% del ciclo)		Sforzi al minuto		Postura mano/polso		Velocità di lavoro		Durata (ore/die)		STRAIN		
3		1.5		1		2		1		0.5		4,5		
CHECK LIST OCRA														
INDICE										PUNTEGGIO		NOTE		
RECUPERO										0				
pause										5'/h				
permanenza										7.5h				
FREQUENZA										1				
azioni totali/pezzo										41				
durata ciclo										1.25				
azioni al minuto										33				
FORZA										5				
Vengono maneggiati oggetti che pesano più di 3 Kg										2		Una volta ogni ciclo Meno di 1/3 del tempo Una volta ogni ciclo		
Uso di attrezzi (punteruolo, leva)										1				
Le mani vengono usate come attrezzi per dare colpi										2				
POSTURA										2				
Valore più alto ottenuto tra i 4 blocchi di domande										2		Afferra oggetti con la punta delle dita o con le ultime falangi per circa 1/3 del tempo		
FATTORI COMPLEMENTARI										0				
INDICE DI ESPOSIZIONE 8														
OREGE														
FATTORI DI RISCHIO BIOMECCANICO														
FORZA			ANGOLO							RIPETITIVITÀ				
Scala	Valore da considerare		Collo	Spalla		Gomito		Polso		Valore da considerare		Scala	Valore da considerare	
				dx	sin	dx	sin	dx	sin					
2.5	3	2.5	1	2	2	1	1	2	2	2	4	9	5	
DEFINIZIONE DEL RISCHIO														
Forza (da 0 a 10)			Angolo (da 1 a 3)				Ripetitività (da 0 a 10)			Definizione del rischio		Descrizione		
2.5			2				5			9.5		Non raccomandato		
ACGIH														
FREQUENZA AZIONI/ SECONDO						BORG			HAL					
0.55						3			4					

Tabella X. Risultati delle indagini riferite all'oggetto 2, postazione 9

STRAIN INDEX														
Intensità di forza	Durata dello sforzo (% del ciclo)		Sforzi al minuto	Postura mano/polso			Velocità di lavoro		Durata (ore/die)		STRAIN			
3	1.5		2	2			1.5		0.50		13.5			
CHECK LIST OCRA														
INDICE RECUPERO										PUNTEGGIO		NOTE		
pause permanenza										0				
pause permanenza										5'/h 7.5h				
FREQUENZA										1				
azioni totali/pezzo										4.5				
durata ciclo										1.25				
azioni al minuto										3.6				
FORZA										3				
Vengono maneggiati oggetti che pesano più di 3 Kg										2		Una volta ogni ciclo Prova riporto su telaio		
Uso di forza di grado moderato										1				
POSTURA										2				
Valore più alto ottenuto tra i 4 blocchi di domande										2		Il polso deve fare piegamenti estremi o assumere posture fastidiose per circa 1/3 del tempo		
FATTORI COMPLEMENTARI										0				
INDICE DI ESPOSIZIONE 6														
OREGE														
FATTORI DI RISCHIO BIOMECCANICO														
FORZA			ANGOLO						RIPETITIVITÀ					
Scala	Valore da considerare		Collo	Spalla		Gomito		Polso		Valore da considerare		Scala	Valore da considerare	
4	4	4	1	dx	sin	1	1	2	2	2	4	5	4	
DEFINIZIONE DEL RISCHIO														
Forza (da 0 a 10)			Angolo (da 1 a 3)			Ripetitività (da 0 a 10)			Definizione del rischio			Descrizione		
4			2			4			10			Non raccomandato		
ACGIH														
FREQUENZA AZIONI/ SECONDO				BORG				HAL						
0.6				3				4						

Tabella XI. Risultati delle indagini riferite all'oggetto 3, postazione 10

STRAIN INDEX														
Intensità di forza	Durata dello sforzo (% del ciclo)		Sforzi al minuto	Postura mano/polso			Velocità di lavoro		Durata (ore/die)		STRAIN			
6	1		1.5	1.5			1		1		13.5			
CHECK LIST OCRA														
INDICE RECUPERO										PUNTEGGIO		NOTE		
pause permanenza										0				
pause permanenza										5'/h 7.5h				
FREQUENZA										1				
azioni totali/pezzo										50				
durata ciclo										1.42				
azioni al minuto										3.5				
FORZA										6				
Uso di forza di grado moderato										2		Preme 4 volte tappi copritesta con mano sin		
POSTURA										1				
Valore più alto ottenuto tra i 4 blocchi di domande										1		Le braccia sono sollevate di poco per più di metà del tempo		
FATTORI COMPLEMENTARI										0				
INDICE DI ESPOSIZIONE 8														
OREGE														
FATTORI DI RISCHIO BIOMECCANICO														
FORZA			ANGOLO						RIPETITIVITÀ					
Scala	Valore da considerare		Collo	Spalla		Gomito		Polso		Valore da considerare		Scala	Valore da considerare	
4	1.5	3	1.5	1	1	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	4	9	5	
DEFINIZIONE DEL RISCHIO														
Forza (da 0 a 10)			Angolo (da 1 a 3)			Ripetitività (da 0 a 10)			Definizione del rischio			Descrizione		
3			1.5			5			9.5			Non raccomandato		
ACGIH														
FREQUENZA AZIONI/ SECONDO				BORG				HAL						
0.6				5				5						

Tabella XII. Risultati delle indagini riferite all'oggetto 4, postazione 11

STRAIN INDEX															
Intensità di forza	Durata dello sforzo (% ciclo)		Sforzi al minuto	Postura mano/polso		Velocità di lavoro		Durata (ore/die)		STRAIN					
3	2		3	2		1		0.75		27					
CHECK LIST OCRA															
INDICE						PUNTEGGIO			NOTE						
RECUPERO pause permanenza						0.5 12' complessivi (suddivisi nella II ora e al termine della III) 3 h									
FREQUENZA azioni totali/pezzo durata ciclo azioni al minuto						10 533 5.6' 95									
FORZA Vengono maneggiati oggetti che pesano più di 3 Kg Uso di forza di grado moderato						9 2.5 6.5			Più di 1 volta a ciclo (scala e canale 7.5 Kg ciascuna) Sbavatura e foratura per più di metà del tempo						
POSTURA Valore più alto ottenuto tra i 4 blocchi di domande Presenza di stereotipie						7 4 3			Il polso deve fare piegamenti estremi o assumere posture fastidiose per più di metà del tempo						
FATTORI COMPLEMENTARI						0									
INDICE DI ESPOSIZIONE 26.5															
OREGE															
FATTORI DI RISCHIO BIOMECCANICO															
FORZA			ANGOLO						RIPETITIVITÀ						
Scala	Valore da considerare		Collo	Spalla		Gomito		Polso		Valore da considerare		Scala	Valore da considerare		
5	5	5	1	dx	sin	dx	sin	dx	sin	3	3	3	8	9	8
DEFINIZIONE DEL RISCHIO															
Forza (da 0 a 10)			Angolo (da 1 a 3)			Ripetività (da 0 a 10)			Definizione del rischio			Descrizione			
5			3			8			16			Non raccomandato			
ACGIH															
FREQUENZA AZIONI/ SECONDO						BORG			HAL						
>1						3			8						

Tabella XIII. Risultati delle indagini riferite all'oggetto 5, postazione 12

STRAIN INDEX															
Intensità di forza	Durata dello sforzo (% ciclo)		Sforzi al minuto	Postura mano/polso		Velocità di lavoro		Durata (ore/die)		STRAIN					
6 (caldo) 9 (freddo)	2		3	2		1		0.75		54 81					
CHECK LIST OCRA															
INDICE						PUNTEGGIO			NOTE						
RECUPERO pause permanenza						2 12' complessivi (suddivisi nella II ora e al termine della III) 6 h									
FREQUENZA Frequenze elevatissime (tra 70-80 azioni/min (+ di 1 azione/sec)						9 9									
FORZA Vengono maneggiati oggetti che pesano più di 3 Kg Uso di forza di grado moderato						10 2 8			1 volta a ciclo pressochè tutto il tempo						
POSTURA Valore più alto ottenuto tra i 4 blocchi di domande Presenza di stereotipie						11 8 3			Il polso deve fare piegamenti estremi o assumere posture fastidiose per circa tutto il tempo						
FATTORI COMPLEMENTARI Vengono usati per la maggior parte del tempo guanti inadeguati						2 2									
INDICE DI ESPOSIZIONE 34															
OREGE															
FATTORI DI RISCHIO BIOMECCANICO															
FORZA			ANGOLO						RIPETITIVITÀ						
Scala	Valore da considerare		Collo	Spalla		Gomito		Polso		Valore da considerare		Scala	Valore da considerare		
6.5	7.5	7	2	dx	sin	dx	sin	dx	sin	3	3	3	8	9	8
DEFINIZIONE DEL RISCHIO															
Forza (da 0 a 10)			Angolo (da 1 a 3)			Ripetività (da 0 a 10)			Definizione del rischio			Descrizione			
7 (valore medio per pezzo freddo e caldo)			3			8			18			Da evitare			
ACGIH															
FREQUENZA AZIONI/ SECONDO						BORG			HAL						
>1						6 (freddo) 8 (caldo)			8						

dice di rischio della combinazione di più fattori, operando un compromesso tra fattori noti e non noti, ed introducendo quindi nel valore finale una percentuale d'errore estremamente variabile;

- il *problema della precisione e della sintesi*; una delle principali caratteristiche richieste ad un metodo di analisi ergonomica è quella di possedere al tempo stesso precisione e sintesi, due qualità essenzialmente contrapposte; un metodo dotato di elevata capacità di sintesi (vedi ad esempio il metodo ACGIH) possiede generalmente una ridotta sensibilità; un metodo dotato di grande precisione, all'opposto, risulta maggiormente sensibile ma richiede tempi di esecuzione protratti.

Dopo le precedenti considerazioni di carattere generale e descrittivo sulle caratteristiche ottimali dei metodi valutativi, si riportano alcune considerazioni relative ad un tentativo di confronto quantitativo dei metodi utilizzati in questo studio, in particolare facendo riferimento alle 6 postazioni accomunate dalla collocazione preponderante in fasce di rischio intermedio (rischio "medio" e "moderato"), vale a dire non caratterizzate o da una completa assenza di rischio o da una presenza di rischio francamente evidente, nelle quali è maggiore la discordanza tra gli indici finali ottenuti.

Mentre appare evidente come nell'interpretazione di situazioni a rischio ben definito (elevato o assente) i metodi forniscano indici finali globali sostanzialmente sovrapponibili, differenze significative tra i metodi sono state invece riscontrate quando si analizzano situazioni evidenziate come a rischio intermedio sulla base degli indici finali.

Gli indici finali ottenuti dai diversi metodi nelle 6 postazioni a rischio intermedio sono riportati per semplicità nella Tabella XIX.

Ai fini del confronto appare opportuno stabilire una corrispondenza tra i limiti delle fasce di rischio propri di ciascun metodo, assimilando per la check list OCRA la fascia rossa media a quella rossa elevata, al fine di avere, per ciascun metodo, soltanto 3 fasce di rischio.

Queste sono state poi denominate, per permettere una più diretta confrontabilità, in base alla logica del semaforo, come verde, gialla e rossa, sebbene gli Autori abbiano utilizzato definizioni e concetti differenti nella identificazione delle fasce stesse

Nella Tabella XX sono riportati i punteggi corrispondenti ai limiti delle diverse fasce di rischio per ciascun metodo.

A prescindere dalla diversa definizione quantitativa delle fasce di rischio, l'esame del razionale dei singoli metodi mette in luce alcune sostanziali differenze di impostazione che possono giustificare i risultati discrepanti riportati in tabella.

Innanzitutto, ciascun metodo prende in esame un differente numero di fattori di rischio, e ciascuno di questi viene considerato in maniera diversa, in termini quantitativi, ai fini del calcolo dell'indice.

Per i metodi check list OCRA, OREGI e SI la quantificazione del diverso peso attribuito ai singoli fattori può realizzarsi attraverso la considerazione della rispettiva percentuale, in termini di massimo punteggio ottenibile per ciascuno, rispetto al massimo punteggio ottenibile per l'indice finale.

Nella Tabella XXI sono riportate le % indicative del peso reciproco, nell'ambito di ogni singolo metodo, per i fattori di rischio considerati da tutti i metodi posti a confronto, ovvero forza, ripetitività e postura, presi singolarmente.

Nel caso dello SI, vengono considerati come aspetti del fattore forza sia l'intensità dello sforzo, sia la sua durata, e come aspetti della ripetitività sia la frequenza sia il n° di sforzi al minuto (Tab. XXI).

Il metodo proposto dall'ACGIH considera soltanto frequenza d'azione e forza, attribuendo maggior peso, anche se in misura modesta, a quest'ultima, come si può derivare dalla pendenza della retta che definisce il livello di guardia.

Sulla base delle considerazioni sopra riportate, appare evidente come, in primo luogo, i fattori di rischio considerati siano diversi per numero e caratteristiche di definizione a seconda dei metodi.

L'OREGE non considera la carenza di tempi di recupero e la presenza di fattori complementari di rischio in termini di fattore correttivo dell'indice finale, anche se entrambi i suddetti aspetti vengono recuperati nella valutazione attraverso l'applicazione del questionario INRS e la rilevazione della forza. Inoltre, il metodo attribuisce a ripetitività e forza un uguale peso nella determinazione del rischio, maggiore rispetto a quello attribuito alla postura incongrua.

La check list OCRA considera il maggior numero di fattori di rischio, attribuendo alla forza il peso maggiore, seguita dalla postura e dalla ripetitività al pari con la carenza di tempi di recupero.

Il peso maggiore attribuito alla forza è però da valutare considerando l'elevato numero di scenari descrittivi previsti per tale fattore rispetto agli altri, determinante una minor probabilità di raggiungimento, in corso di valutazione, del massimo punteggio ottenibile.

Il metodo SI considera la forza come elemento fondamentale del rischio, con conseguente netta minor importanza per la ripetitività e soprattutto per la postura, peraltro limitata al polso, anche considerando le modalità di calcolo dell'indice finale, risultante da una moltiplicatoria di fattori.

Infatti il fattore moltiplicativo "intensità dello sforzo" risulta determinante dal punto di vista matematico nel calcolo dell'indice finale.

Sulla base di una scala a 5 punti, decodificata attraverso scenari descrittivi corrispondenti a un impegno muscolare crescente, tale fattore può corrispondere ad un valore di 1, 3, 6, 9, 13, mentre i 5 fattori moltiplicativi relativi agli altri elementi di rischio contemplati dal metodo possono corrispondere ad un valore compreso tra un minimo di 0.25 ad un massimo di 3, influenzando pertanto in maniera nettamente minore il risultato.

Le differenze nelle modalità di calcolo dell'indice (presenza di indici derivanti da sommatorie di punteggi ovvero da moltiplicatorie ovvero da rappresentazione grafica di variabili discrete) non permettono un confronto completo tra i diversi punteggi attribuiti ai singoli fattori di rischio considerati basato sull'effettiva prevalenza di ciascuno in un modello di relazione reciproca ponderata.

Tabella XIV. Sintesi delle valutazioni per le postazioni a rischio assente - basso* (postazioni 2, 3, 5, 7)

POSTAZIONE 2			
STRAIN INDEX 2,25 R Assente Borg 3 Durata uso di forza 20% ciclo Az. In forza/min 7 Polso no malposizioni Velocità buona	ACGIH <action level R assente Borg 3 HAL 4	OREGE 7 R accettabile Forza 1 Ripetitività 5 Postura 1	Check-list OCRA 3 R assente Forza 1 Frequenza 1 Postura 1
POSTAZIONE 3			
STRAIN INDEX 1,5 R assente Borg 3 Durata uso di forza 20% ciclo Az. In forza/min 5 Polso no malposizioni Velocità buona	ACGIH < action level R assente Borg 3 HAL 3	OREGE 6 R accettabile Forza 1 Ripetitività 4 Postura 1	Check-list OCRA 1 R assente Forza 0 Frequenza 0 Postura 1
POSTAZIONE 5			
STRAIN INDEX 5 R assente Borg 3 Durata uso di forza 30% ciclo Az. In forza/min 12 Polso no malposizioni Velocità buona	ACGIH < action level R assente Borg 3 HAL 3	OREGE 8 R accettabile Forza 2,5 Ripetitività 3,5 Postura 2	Check-list OCRA 3,5 R assente Forza 0,5 Frequenza 1,5 Postura 1,5
POSTAZIONE 7			
STRAIN INDEX 4 R assente Borg 3 Durata uso di forza 40% ciclo Az. In forza/min 8 Polso no malposizioni Velocità bassa	ACGIH Indice < action level R assente Borg 3 HAL 3	OREGE 7 Accettabile Forza 2,5 Ripetitività 3 Postura 1,5	Check-list OCRA 4,5 R assente Forza 2,5 Frequenza 1 Postura 1 Complementari 2 (quando usano guanti non idonei)

Fattore di rischio	STRAIN INDEX	ACGIH	OREGE	Check-list OCRA
Forza	Nella postazione 2 le valutazioni della forza effettuate tramite scala di Borg dai lavoratori differiscono (in modo più significativo rispetto alle altre postazioni) dalle valutazioni della forza effettuate dai valutatori	Nella postazione 2 le valutazioni della forza effettuate tramite scala di Borg dai lavoratori differiscono dalle valutazioni della forza effettuate dai valutatori. Nelle altre valutazione uniforme	Valutazione uniforme	Nella postazione 5 lieve sottostima perché mancano diciture corrispondenti e comunque deve essere presente forza per 1/3 del ciclo. Nelle altre valutazioni uniformi
Ripetitività	Nella postazione 7 sottostima del rischio perché il punteggio ottenuto viene demoltiplicato per 0,5 in funzione della durata giornaliera di questa mansione che però non è l'unica sovraccaricante compiuta. Nelle altre valutazione uniforme	Valutazione uniforme	Nella postazione 3 diversa valutazione della ripetitività con metodo descrittivo-qualitativo (infatti buona corrispondenza HAL - OREGÉ) da valutazione quantitativa. Nelle altre valutazione uniforme	
Postura	Nella postazione 5 viene studiata solo la postura del polso senza alcun riferimento a spalla, gomito o collo. Nelle altre valutazione uniforme	Valutazione uniforme	Valutazione uniforme	Valutazione uniforme

* Per i rischi bassi è stata osservata una buona corrispondenza tra le variabili indagate con i diversi metodi

Tabella XV. Confronto tra le valutazioni delle postazioni a medio livello di rischio (postazioni 9, 8, 1)

POSTAZIONE 9			
STRAIN INDEX 13,5 Area di intervento Borg 3 Durata uso di forza 42% ciclo Az. In forza/min 20 Polso malposizione Velocità veloce	ACGIH < action level R assente Borg 3 HAL 4	OREGE 10 Non raccomandato Forza 4 Ripetitività 4 Postura 2	Check-list OCRA 6 R assente Forza 3 Frequenza 1 Postura 2
POSTAZIONE 8			
STRAIN INDEX 4,5 Livello di attenzione Borg 3 Durata uso di forza 40% ciclo Az. In forza/min 8 Polso malposizioni Velocità buona	ACGIH Indice < action level Assenza di rischio Borg 3 HAL 4	OREGE 9,5 Non raccomandato Forza 2,5 Ripetitività 5 Postura 2	Check-list OCRA 8 R lieve Forza 5 Frequenza 1 Postura 2
POSTAZIONE 1			
STRAIN INDEX 5 Livello di attenzione Borg 3 Durata uso di forza 20% ciclo Az. In forza/min 8 Polso no malposizioni Velocità veloce	ACGIH >action level <TLV Livello di attenzione Borg 3 HAL 5	OREGE 8 R accettabile Forza 1,5 Ripetitività 5 Postura 1,5	Check-list OCRA 4,5 R assente Forza 0,5 Frequenza 3 Postura 1

Fattore di rischio	STRAIN INDEX	ACGIH	OREGE	Check-list OCRA
Forza	Nella postazione 1 la valutazione della forza effettuata tramite scala di Borg dai lavoratori stima sempre in modo maggiore la forza. Nelle altre valutazione uniforme	Nella postazione 1 la valutazione della forza effettuata tramite scala di Borg dai lavoratori stima sempre in modo maggiore la forza. Nelle altre valutazione uniforme	Valutazione uniforme	Nella postazione 8 il punteggio relativo alla forza è maggiore perché la check list OCRA prevede che anche un uso sporadico di strumenti o delle mani per dare colpi debba incrementare il punteggio relativo alla forza. Nelle altre valutazione uniforme
Ripetitività	Nella postazione 8 sottostima del rischio con questo metodo perché il punteggio ottenuto viene demoltiplicato per 0,5 in funzione della durata giornaliera di questa mansione che però non è l'unica sovraccaricante compiuta	Valutazione uniforme	Valutazione uniforme	Nelle postazioni 8 e 9 sottostima della ripetitività dovuta al calcolo delle azioni che risultano poche poiché l'oggetto da movimentare è voluminoso e ciò richiede tempo per ogni azione tecnica
Postura	Valutazione uniforme	Nella postazione 9 non viene evidenziata la malposizione del polso sottolineata per questa mansione da tutti gli altri metodi; (l'ACGIH propone comunque di adottare come TLV l'action level in caso di posture sollecitanti). Nelle altre valutazione uniforme	Valutazione uniforme	Valutazione uniforme

Tabella XVI. Confronto tra le valutazioni condotte nelle postazioni a medio/-alto rischio (postazioni 10, 4, 6)

POSTAZIONE 10			
STRAIN INDEX 13,5 Area di intervento Borg Durata uso di forza Az. In forza/min 13 Polso no malposizioni Velocità buona	ACGIH Indice >TLV Presenza di rischio Borg 5 HAL 5	OREGE 9,5 Non raccomandato Forza 4 Ripetitività 4 Postura 1,5	Check-list OCRA 8 R lieve Forza 6 Frequenza 1 Postura 1
POSTAZIONE 4			
STRAIN INDEX 20 Area di intervento Borg 4 Durata uso di forza 40% ciclo Az. In forza/min 13 Polso malposizioni Velocità buona	ACGIH Corrispondente TLV R intermedio Borg 4 HAL 5	OREGE 13 Non raccomandato Forza 6 Ripetitività 5 Postura 2	Check-list OCRA 10,5 R lieve Forza 6 Frequenza 0,5 Postura 4
POSTAZIONE 6			
STRAIN INDEX 15 Area di intervento Borg 5 Durata uso di forza 35% ciclo Az. In forza/min 13 Polso no malposizioni Velocità buona	ACGIH > action level, ma < TLV Area di intervento Borg 5 HAL 3	OREGE 11,5 Non raccomandato Forza 3,5 Ripetitività 5 Postura 3	Check-list OCRA 4 R assente Forza 2,5 Frequenza 0 Postura 1,5

Fattore di rischio	STRAIN INDEX	ACGIH	OREGE	Check-list OCRA
Forza	Nella postazione 4 elevato R dovuto a importanza fondamentale della forza (Borg scelto dai lavoratori) nella definizione del R. Nelle altre postazioni valutazione uniforme	Nella postazione 4 elevato R dovuto a importanza fondamentale della forza (Borg scelto dai lavoratori) nella definizione del R. Nelle altre postazioni valutazione uniforme	Valutazione uniforme	Valutazione uniforme
Ripetitività	Valutazione uniforme	Valutazione uniforme	Valutazione uniforme	Nella postazione 10 sottostima della ripetitività dovuta alla struttura importante dell'oggetto che richiede tempo per essere movimentato e ciò riduce il n° di azioni/min, mentre la definizione qualitativa descrittiva della frequenza risulta più elevata
Postura	Nella postazione 6 non viene evidenziata una postura sollecitante per le spalle, ma solo per il polso. Nelle altre postazioni valutazione uniforme	Valutazione uniforme	Valutazione uniforme	Nella postazione 6 sottostima del rischio perché la postura non viene mantenuta per almeno metà del ciclo (in questo caso però il ciclo è piuttosto lungo e quindi comunque il mantenimento della postura incongrua è protratto). Nelle altre postazioni valutazione uniforme

Tabella XVII. Confronto tra le valutazioni condotte nelle postazioni ad alto rischio (postazioni 11, 12)

POSTAZIONE 11			
STRAIN INDEX 27 R elevato Borg 3 Durata uso di forza 70% ciclo Az. In forza/min 74 Polso malposizioni Velocità veloce	ACGIH INDICE > TLV R elevato Borg 3 HAL 8	OREGE 16 Non raccomandato Forza 5 Ripetitività 8 Postura 3	Check-list OCRA 26,5 R elevato Forza 9 Frequenza 10 Postura 7
POSTAZIONE 12			
STRAIN INDEX 54* 81* R elevato Borg 6 o 9 Durata uso di forza 68% ciclo Az. In forza/min 25 Polso malposizioni Velocità veloce	ACGIH Indice >> TLV R elevato Borg 6 o 9 HAL 8	OREGE 18 Da evitare Forza 7 (6 o 8) Ripetitività 8 Postura 3	Check-list OCRA 34 R elevato Forza 10 Frequenza 9 Postura 11

* I lavoratori hanno segnalato borg diversi in relazione alla temperatura dell'oggetto da lavorare

Fattore di rischio	STRAIN INDEX	ACGIH	OREGE	Check-list OCRA
Forza	Valutazione uniforme	Valutazione uniforme	Valutazione uniforme	Valutazione uniforme
Ripetitività	Valutazione uniforme	Valutazione uniforme	Valutazione uniforme	Valutazione uniforme
Postura	Valutazione uniforme	Valutazione uniforme	Il metodo OREGGE offre in apparenza una stima inferiore della postura che ha un "peso" minore di forza e ripetitività nella definizione del rischio (max 10 punti per forza e ripetitività, max 3 per postura)	Valutazione uniforme

Tabella XVIII. Caratteristiche ottimali dei metodi valutativi delle postazioni lavorative

CRITERI OTTIMALI	FONTE
Basso costo, facilità di apprendimento, semplicità e rapidità d'uso (non più di 10 minuti di esecuzione)	Li and Buckle, 1998
Flessibilità ed applicabilità alle molteplici situazioni riscontrabili nelle diverse realtà lavorative	Rohmert and Landau, 1983
Sintesi (non dovrebbe richiedere la raccolta di dati non necessari)	Li and Buckle, 1998
Ripetibilità delle misure	Aras and Strandén, 1988
Assenza di interferenze tra metodo applicato e movimenti eseguiti o modalità di svolgimento del lavoro	Aras and Strandén, 1988; Wilson, 1990; Kirwan and Ainsworth, 1992
Elevata validità, sensibilità ed affidabilità	Pinzke, 1994
Codificabilità dei dati per la memorizzazione e la analisi	Colombini et al., 1985

Tabella XIX. Indici finali con relative specifiche fasce di rischio delle postazioni risultate globalmente a rischio intermedio e medio-alto

INDICE FINALE	Check List OCRA		OREGE		Strain index		ACGIH	
	Indice	F di rischio	Indice	F di rischio	Indice	F di rischio	Indice	F di rischio
9	6	V	10	G	13.5	R	<AL	V
8	8	G	9.5	G	4.5	G	<AL	V
1	4.5	V	8	V	5	G	>AL<TLV	G
10	8	G	9.5	G	13.5	R	>TLV	R
4	10.5	G	13	G	20	R	=TLV	G
6	4	V	11.5	G	15	R	>AL<TLV	G

Tabella XX. Corrispondenza tra le fasce di rischio dei metodi check list OCRA, OREGÉ e Strain Index

Check List OCRA	OREGE	Strain Index	Fascia di rischio
Fino a 6	Fino a 8	Fino a 3	Fascia verde = assenza di rischio
6,1-11,9	9-15	3-7	Fascia gialla = rischio intermedio
12 - >=19	> 15	> 7	Fascia rossa = rischio elevato

Tabella XXI. Quantificazione in % del diverso peso attribuito ai singoli fattori di rischio per i metodi check list OCRA, OREGÉ e Strain Index

Check-list OCRA		OREGE		Strain Index	
Fattore di rischio	%	Fattore di rischio	%	Fattore di rischio	%
Forza	40	Forza	43,5	Forza	62,7
				Intensità dello sforzo Durata dello sforzo	
Ripetitività	10	Ripetitività	43,5	Ripetitività	19,6
Postura	18,3	Postura	13	Postura	11,8
T di recupero	10			Durata turno	5,8
F complementari	8,3				

Sono peraltro confrontabili nella maniera suddetta, in quanto derivanti da formule matematiche analoghe, (sommatorie di punteggi), i metodi OREGÉ e check-list OCRA.

A tal fine sono stati rapportati i limiti delle fasce di rischio "globale" di ciascun metodo ai punteggi massimi ottenibili per i fattori di rischio relativi a forza, ripetitività e postura, considerati da entrambi i metodi, definendo così per ciascuno di questi dei punteggi "limite", riportando all'interno di questi il concetto delle tre fasce a rischio crescente (Tabelle XXII e XXIII).

Nelle 6 postazioni a rischio intermedio la valutazione globale (indice finale) tramite check-list OCRA e OREGÉ non risulta sovrapponibile soltanto in 2 casi, dove il metodo OREGÉ evidenzia un rischio lievemente maggiore.

Maggior discordanza di valutazione si ha invece considerando i fattori singolarmente, in particolare per la ripetitività e per la postura, mentre per la forza i metodi discordano soltanto in due casi, se pur in maniera notevole.

Tabella XXII. Confronto quantitativo tra check list OCRA e OREGÉ - indici finali e relative fasce di rischio delle postazioni risultate complessivamente a rischio intermedio e medio/alto

INDICE FINALE	Check List OCRA		OREGE	
	Indice	F di rischio	Indice	F di rischio
9	6	V	10	G
8	8	G	9,5	G
1	4,5	V	8	V
10	8	G	9,5	G
4	10,5	G	13	G
6	4	V	11,5	G

Tabella XXIII. Confronto quantitativo tra check list OCRA e OREGÉ - punteggi di forza, ripetitività e postura con relative fasce di rischio per ciascun specifico fattore delle postazioni risultate complessivamente a rischio intermedio e medio/alto

FORZA	Check List OCRA		OREGE	
	Punteggio	F di rischio	Punteggio	F di rischio
Postazioni				
9	3	G	4	G
8	5	R	2,5	V
1	0,5	V	1,5	V
10	6	R	3	V
4	6	R	6	R
6	2,5	G	3,5	G
RIPETITIVITÀ	Check List OCRA		OREGE	
Postazioni	Punteggio	F di rischio	Punteggio	F di rischio
9	1	V	4	G
8	1	V	5	G
1	3	R	5	G
10	1	G	5	G
4	0,5	V	5	G
6	0	V	5	G
POSTURA	Check List OCRA		OREGE	
Postazioni	Punteggio	F di rischio	Punteggio	F di rischio
9	2	G	2	R
8	2	G	2	R
1	1	V	1,5	G
10	1	V	1,5	G
4	4	R	2	R
6	1,5	G	3	R

Nel caso della ripetitività, la discordanza evidenziata porta alle seguenti considerazioni.

La modalità di rilevazione della ripetitività per il metodo OREGÉ è di carattere descrittivo, e prevede una ponderazione per il punto di vista del lavoratore, anche esso rilevato tramite una scala "visiva".

Le check-list OCRA prevede invece una serie di scenari descrittivi accompagnati da un'indicazione quantitativa della frequenza (n azioni tecniche al minuto).

La valutazione OREGÉ può considerarsi, in tutti i casi meno uno, più severa rispetto a quella della check-list OCRA; tale dato suggerisce una discrepanza tra la percezione soggettiva del lavoratore e del valutatore del fattore frequenza e la valutazione derivante dall'effettivo computo delle azioni svolte, perlomeno quando valutate secondo le indicazioni quantitative proposte dalla check-list OCRA.

Nel caso della postura, la valutazione OREGÉ è più severa, verosimilmente per una sovrastima intrinseca al metodo, che non considera che 3 fattori di rischio e che prevede un minor numero di possibilità analitiche.

In base ai risultati sopra esposti relativi al confronto tra i vari metodi impiegati, e d'altra parte considerando il razionale dei metodi stessi, è possibile formulare alcune considerazioni di tipo descrittivo generale, mettendo in luce le differenze nella identificazione e nella valutazione dei fattori di rischio indagati, nelle modalità di rilevazione dei dati e di applicazione delle procedure valutative.

Il metodo SI pone l'accento sulla forza, che è considerata fattore di rischio fondamentale; la sua valutazione influenza il punteggio dell'indice finale in maniera importante e nettamente maggiore rispetto agli altri fattori considerati; questo, mentre da un lato determina una miglior approssimazione dell'elemento forza, valutandone diversi aspetti in considerazione anche della durata rispetto al ciclo e al turno e del numero di azioni in cui è presente, dall'altro può portare ad una sovrastima di tale fattore (che peraltro risente in parte nella sua rilevazione della soggettività del lavoratore) rispetto agli altri. Sicuramente tale metodo sottovaluta il ruolo della postura, limitando l'analisi al solo polso. Gli Autori ritengono la valutazione del solo distretto polso/mano adeguata nel "predire un eccesso di rischio per patologie del tratto distale dell'arto superiore", poiché, pur valutando esclusivamente la deviazione del polso dalla postura neutra, e non considerando i diversi tipi di presa, "la presa di oggetti, oltre ad interessare i muscoli flessori delle dita, coinvolge anche altre unità muscolo-tendinee, quali gli estensori del polso", ed i tendini del polso entrano in gioco per "stabilizzare il polso nell'atto della presa". Pur concordando con l'osservazione che la presa di un oggetto è il risultato di una delicata sinergia di più unità distinte, non si deve dimenticare che esistono notevoli differenze di sollecitazione biomeccanica a carico del polso e della mano nelle diverse tipologie di presa; pertanto pare eccessivamente riduttivo limitare lo studio esclusivamente a questo distretto (vedi figura 1). Inoltre tale metodo ignora totalmente altre unità anatomico-funzionali di primaria importanza.

Il metodo OREGE, se applicato unitamente al questionario INRS, come consigliato anche dagli Autori stessi, permette di considerare, in termini analitico-descrittivi, diversi aspetti dell'esposizione lavorativa, evidenziando eventuali singole azioni tecniche particolarmente a rischio; risulta peraltro difficile una quantificazione effettiva dei singoli aspetti a rischio considerati.

Il metodo tiene in considerazione il punto di vista del lavoratore unitamente a quello del valutatore nelle rilevazioni di forza e di ripetitività, che avvengono secondo un principio analogo.

A tal proposito riteniamo utile sottolineare che la differente valutazione dei fattori forza e ripetitività, considerati più severamente dai lavoratori sulla base della scala di BORG (utilizzata dal metodo SI e ACGIH) e scala OREGE, potrebbe essere evitata se al lavoratore venisse fornita la scala accompagnata da una tabella esplicativa degli indici numerici come quella a disposizione degli utilizzatori del metodo OREGE o come quella proposta dall'ACGIH per la definizione dell'HAL. Ciò consentirebbe di evitare il rischio di sopravvalutazioni pur non perdendo l'importante informazione rappresentata dal punto di vista del lavoratore. Le auto-valutazioni compilate dai lavoratori forniscono infatti informazioni e dettagli sulle caratteristiche della mansione, focalizzando punti critici che difficilmente sarebbero distinguibili da un osservatore esterno (Capodaglio 2001). È quindi di fondamentale importanza il contributo, nella osservazione dei fattori di rischio, dei lavoratori se non affetto da errori nella interpretazione delle scale di valutazione.

La postura prevede invece una stima da parte del valutatore soltanto, che, pur prendendo in considerazione tutti i distretti articolari dell'arto superiore, permette di identificare un numero decisamente minore di possibilità di deviazione dalla neutralità e di assunzione di posture a rischio rispetto, ad esempio, alla check-list OCRA. Inoltre è da osservare che la postura risulta avere un peso minore rispetto ai fattori forza e ripetitività ai fini del calcolo dell'indice finale.

Anche il metodo OREGE quindi, pur nella sua applicazione completa di questionario INRS, sembrerebbe porre l'accento sulla forza e sulla ripetitività piuttosto che sulla postura.

Il metodo ACGIH risulta, rispetto agli altri, nettamente più riduttivo nella considerazione dei fattori di rischio, riconducibili esclusivamente a forza e frequenza; si segnala inoltre che la forza può risentire anche qui della soggettività del lavoratore esaminato.

La check-list OCRA considera numerosi fattori di rischio, senza notevoli differenze per quanto riguarda l'effettivo peso di ciascuno ai fini del calcolo dell'indice finale e prevede altresì una valutazione "temporizzata" di alcuni di questi, che risultano presenti solo se perduranti per almeno 1/3 del ciclo; essa costituisce un metodo completo e ben articolato di valutazione dell'esposizione a rischio.

Anche il metodo OREGE, in effetti, se applicato unitamente al questionario INRS, appare completo nell'analisi dell'esposizione, ma a differenza di questo la check-list OCRA ne prevede una più definita quantificazione e una più facile identificazione, attraverso una procedura di rilevazione degli stessi fattori di rischio basata sulla considerazione di differenti scenari descrittivi, poi tradotti in un punteggio singolo, successivamente inserito in una sommatoria che porta all'indice finale.

La check-list prevede inoltre, a differenza di OREGE e ACGIH, e in modo più importante rispetto allo SI, una ponderazione dell'indice per l'effettiva durata del compito lavorativo valutato nel turno, attraverso una demoltiplicazione di diverso grado del punteggio finale.

Tale accorgimento, unitamente alla rilevazione dei fattori di rischio postura e forza sulla base dell'effettiva prevalenza all'interno del ciclo, sembra permettere una valutazione più attinente alla realtà del rischio determinato dall'esposizione lavorativa che perlopiù risulta più contenuto rispetto a quello rilevato dagli altri metodi. È comunque vero che la presenza di elementi di rischio di breve durata ma di entità significativa può non essere rilevata dall'analisi con tale metodo.

In relazione all'applicabilità dei metodi in questione, nessuno di questi sembrerebbe poter prescindere dal carattere di valutazione in "tempo reale" ovvero comportante la necessità di intervenire direttamente sul posto di lavoro.

È evidente come l'ACGIH sia di più immediata e semplice esecuzione rispetto agli altri. In particolare, l'OREGE risulta particolarmente laborioso se applicato per intero. Può peraltro essere consigliabile, per la sua natura estremamente analitica, in caso di valutazione di situazioni border-line, ove sia necessaria una valutazione più dettagliata del rischio.

Abbiamo registrato inoltre una maggiore facilità di applicazione degli strumenti descrittivi/qualitativi (scala della forza o ripetitività del metodo OREGGE, descrizione della ripetitività per la definizione dell'HAL) rispetto a quelli quantitativi (Scala di Borg, fattori moltiplicativi dello SI, calcolo della frequenza d'azione con la check-list OCRA, scala di forza e ripetitività secondo i lavoratori nel metodo OREGGE, definizione quantitativa dell'HAL basata su numero d'azioni in funzione della percentuale del ciclo con applicazione di forza).

Appare pertanto evidente che le valutazioni ottenibili con i diversi metodi, tenuto conto delle differenze sopra esaminate, esistenti sia nel razionale sia nei metodi di ponderazione dei singoli fattori di rischio, da un lato non paiono tra loro effettivamente confrontabili, dall'altro forniscono in realtà indicazioni su parametri di rischio spesso differenti tra i vari metodi.

Anche nelle postazioni a rischio concordante, sia elevato sia assente, le criticità che determinano l'entità dell'indice non sono sovrapponibili in tutti i casi e pertanto i diversi metodi di valutazione non sono in grado di evidenziare con certezza, in maniera ripetibile e univoca, gli aspetti critici dal punto di vista del sovraccarico biomeccanico dell'arto superiore, e tantomeno l'indice sintetico di rischio deve essere considerato di per sé in grado di definire in maniera inequivocabile le situazioni non accettabili.

In conclusione si può affermare che, in accordo con alcune autorevoli revisioni internazionali sui metodi di valutazione ergonomica (European Agency for Safety and Health at Work 1999; Kilbohm 1999), non sono a tutt'oggi disponibili singoli metodi standardizzati e validati; non sono nemmeno stati accertati valori condivisi di accettabilità per i singoli fattori di rischio (ripetitività, pause compensatorie, postura, forza, fattori complementari).

Tutti i metodi, compresi quelli considerati nel presente lavoro, propongono in effetti di risolvere un problema multifattoriale di incerta definizione riconducendolo esclusivamente ad una sintesi di 4 (o poco più) fattori per derivare un indice "risolutivo" e sintetico definitivo. Noi riteniamo che un tale approccio sistematico e sintetico non sia necessariamente in contrasto con un approccio più descrittivo e di ampio respiro, che possa contribuire a diluire le criticità di ogni singolo metodo; la nostra esperienza sembrerebbe indicare nella scelta e nell'utilizzo di più metodi diversi l'unica strada attualmente percorribile per un'adeguata analisi dell'esposizione di situazioni presunte a rischio.

Anche applicando più metodi contemporaneamente, tuttavia, risulta fondamentale una valutazione analitica successiva dei diversi fattori di rischio componenti i diversi indici, per non incorrere in gravi errori di interpretazione.

Bibliografia

- Aaras A, Stranden E. Measurement of postural angles during work. *Ergonomics* 1988; 31: 935-944.
- ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists) TLV and BEI 2001. *Ergonomics*, statement on work-related musculoskeletal disorders, hand activity level: 107-112.
- Apostoli P. Musculoskeletal disorders caused by repetitive trauma of the upper limbs: a paradigm of the development of occupational diseases and industrial medicine. *G Ital Med Lav* 2001; 23 (2):87-98.
- Balletta A, Clemente M, Milesi AF. Le patologie da traumi ripetuti. Andamento delle denunce e dei riconoscimenti in ambito INAIL. *G Ital Med Lav* 2001; 2: 151-155.
- Borg G. Borg's Perceived exertion and pain scales. *Human Kinetics* eds. Champaign (USA), 1998.
- Dempsey, A critical review of biomechanical, epidemiological, physiological criteria for designing manual materials handling tasks. *Ergonomics* 1998; 41, 1, 73-88.
- Capodaglio EM, Facioli M, Bazzini G. La valutazione del rischio connesso ad attività lavorative: sperimentazione di diversi metodi proposti dalla letteratura *G Ital Med Lav Erg* 2001; 23: 4: 467-476.
- Colombini D, Occhipinti E, Molteni G et al. Posture analysis. *Ergonomics* 1985; 28: 275-284.
- Colombini D, Occhipinti E, Greco A. La valutazione e la gestione del rischio da movimenti e sforzi ripetuti agli arti superiori. F Angeli edit. Milano 2000.
- European Agency for Safety and Health at Work. Report on work related neck and upper limb musculoskeletal disorders, Luxembourg, Office for Official Publications of the EC, 1999.
- Kilbom A. Possibilities for regulatory actions in the prevention of musculoskeletal disorders. *Scand J Work Environ Health* 1999; 25 suppl 4:5-12.
- Kirwan B, Ainsworth LK. A guide to task analysis. Taylor & Francis, London; 1992.
- INRS. Method de prevention des troubles musculosquelettiques du membre superieure et outils simplex. *Doc Med Trav* 2000; 83: 187-223.
- Latko WA, Armstrong TJ, Foulke JA, Herrin GD, Rabourn RA, Ulin SS: Development and evaluation of an observational method for assessing repetition in hand tasks. *Am Ind Hyg Assoc j* 1997; 58: 278-85.
- Li G, Buckle P. A practical method for the assessment of work-related musculoskeletal risks - Quick Exposure Check (QEC). *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 42nd Annual Meeting*. Chicago, Illinois; 5-9 October 1998; 2: 1351-1355.
- Li G, Buckle P. Current techniques for assessing physical exposure to work-related musculoskeletal risks, with emphasis on posture-based methods. *Ergonomics* 1999; 42: 674-95.
- Moore JS, Garg A. The strain index: a proposed method to analyse jobs for risk of distal upper extremity disorders. *Am Ind Hyg Ass.* 1995; 56: 443-458.
- National Safety Council (NSC). *Accident facts 1998 Edition* Itasca IL: Author, 1998.
- National Safety Council (NSC). *Injury fact, 2000 Edition* Itasca IL: Author, 2000.
- Pinzke S. A computerised system for analysing working postures in agriculture. *Int J Ind Ergon* 1994; 13: 307-315.
- Rohmert W, Landau K. A new technique for job analysis. Taylor & Francis, London; 1983.
- Wilson JR. A framework and a context for ergonomics methodology. In: Wilson JR, Corlett EN eds. *Evaluation of human work*. Taylor & Francis, 1990; London: 58-88.