

ERGON: UN SOFTWARE PER LA VALUTAZIONE DELL'ESPOSIZIONE AI RISCHI DA MOVIMENTI E SFORZI RIPETUTI

L. Trimarchi*

* INAIL-Direzione Regionale Emilia Romagna-Consulenza Tecnica Accertamento Rischi e Prevenzione

RIASSUNTO

I disturbi muscolo-scheletrici correlati con il lavoro (WMSD o CTD) si stanno rivelando, nel nostro paese, come parte delle malattie professionali emergenti; già nel 1992, negli Stati Uniti, il 56% delle malattie professionali indennizzate era costituito dai CTD. Di fronte ad un fenomeno così rilevante molti studi sono stati condotti e sono stati elaborati alcuni metodi di analisi ergonomica essenzialmente basati su studi biomeccanici, epidemiologici e fisiologici, quali la "check-list" dell'OSHA, lo "Strain Index" di Moore-Garg, l'OCRA di Occhipinti-Colombini (COLOMBINI & OCCHIPINTI, 1996, COLOMBINI *et al.*), il TLV dell'ACGIH, il RULA di McAtamney-Corlett, l'RWL del NIOSH.

Per una corretta applicazione dei suddetti metodi alla valutazione dei rischi di casi reali è indispensabile una loro adeguata conoscenza: campi di applicabilità, corretta ponderazione dei fattori di rischio principali (forza, postura, frequenza e tempi di recupero), valutazione di fattori complementari (ad esempio vibrazioni) che possono aggravare l'esposizione, limitazioni degli stessi metodi (rischio composto ed indice di rischio, livello di esposizione sicura, ...).

Sviluppare un software che raccolga i più comuni metodi di analisi ergonomica significa realizzare un utile strumento di analisi di rischi. I vantaggi, infatti, rispetto all'applicazione manuale dei metodi suddetti sono considerevoli; innanzi tutto l'applicazione dei metodi di valutazione richiede comunque una loro buona conoscenza di cui, a volte, chi si accinge le prime volte ad effettuare analisi ergonomiche non possiede; pertanto uno strumento che illustri i principi base ed i metodi dell'analisi ergonomica è *formativo*. L'applicazione manuale dei suddetti metodi richiede l'utilizzo di tabelle e grafici; ne risulta che, considerata la difficoltà di ponderazione dei fattori di rischio, eseguire un'analisi al variare dei suddetti fattori è alquanto laboriosa; ancora di più se si vogliono applicare più metodi per un confronto dei risultati ottenuti. L'utilizzo del software ERGON ha dimostrato di poter effettuare dell'analisi ergonomiche in modo agevole ed accurato.

SUMMARY

Muscle-skeletal disturbs correlates with the work (WMSD or CTD) are revealing, in our country, like part of the emerging professional diseases; already in 1992, in the United States, 56% of the professional diseases were constituted from the CTD. Consequently to this important phenomenon, therefore, many studies have been lead and have been elaborate some methods of ergonomic analysis essentially based on biomechanical, epidemiological and physiological studies, which the check-list of OSHA, Strain Index of Moore-Garg, OCRA of Occhipinti-Colombini, the TLV of ACGIH, the RULA of McAtamney-Corlett, the RWL of the NIOSH.

ERGON software uses the aforesaid methods and has demonstrated to be able to carry out accurate ergonomic analysis, in easy way.

1. PREMESSA

Ai fini della corretta applicazione dei metodi di analisi ergonomica proposti in ERGON è necessario fare alcune precisazioni: al momento *non esistono* standard condivisi per la valutazione delle mansioni lavorative e delle condizioni di salute dei lavoratori e *non esistono* metodi analitici *validati* per quantificare l'esposizione e ridurre efficacemente il rischio; infatti l'insufficiente conoscenza dei meccanismi fisiopatologici che conducono ai CTD ha fatto sì che i vari Autori elaborassero metodi analitici con differenti criteri di valutazione.

A determinare i CTD concorrono principalmente i seguenti fattori di rischio:

- a) la forza richiesta per eseguire il compito;
- b) la postura dei segmenti articolari impegnati nell'esecuzione del compito;
- c) la ripetitività (presenza di eventi (cicli, tipi di posture) che si ripetono nel tempo);
- d) frequenza (numero di azioni tecniche per unità di tempo);
- e) periodi di recupero (periodo di tempo, nel turno lavorativo, in cui non vengono svolte azioni tecniche);
- f) fattori complementari, ad esempio utilizzo di utensili che trasmettono vibrazioni.

I metodi proposti dai vari Autori si basano sostanzialmente sulla valutazione dei suddetti fattori, anche se le metodologie e le procedure dell'analisi del rischio sono elaborate in maniera differente.

Dei vari metodi di analisi contenuti nel software ERGON si illustra brevemente, per necessità di sintesi, la sezione relativa al metodo OCRA (Occupational Repetitive Actions) (COLOMBINI & OCCHIPINTI, 1996, COLOMBINI *et al.*).

2. IL METODO DI ANALISI OCRA

2.1 L'analisi organizzativa

La prima fase di analisi per la valutazione del rischio CTD è quella *organizzativa*; in questa fase l'analista deve individuare i compiti lavorativi che comportano la presenza di compiti ripetitivi e non, i relativi tempi di ciclo e di svolgimento, i periodi di recupero (sia per durata che per distribuzione). A tale fine un compito ripetitivo dovrà essere considerato tale se prevede lo svolgimento consecutivo, per almeno 1 ora/giorno, di cicli lavorativi fra loro simili, di durata relativamente breve (pochi minuti), che richiedono per il loro svolgimento azioni degli arti superiori. I periodi di recupero possono essere considerati:

- a) le pause di lavoro, ufficiali e non, compresa l'eventuale pausa pranzo. Le pause dovranno essere considerate tali se prevedono l'interruzione dell'attività lavorativa per almeno 5 minuti.
- b) i periodi di svolgimento di compiti di lavoro che comportano il sostanziale riposo dei gruppi muscolari impegnati in compiti precedenti (ad esempio i compiti di controllo visivo o compiti svolti alternativamente con uno solo dei due arti);
- c) presenza di periodi, all'interno del ciclo, che comportano il completo riposo dei gruppi muscolari impegnati. Tali periodi per essere considerati significativi devono essere protratti consecutivamente per almeno 10 secondi per minuto.

Individuati i periodi di recupero si procede a valutare i periodi di lavoro ripetitivo spesi rispettivamente in condizioni di adeguato recupero ed in condizioni di potenziale sovraccarico; si effettua ciò tenendo conto che la distribuzione ottimale di lavoro ripetitivo e periodo di recupero è di 50 minuti di lavoro ripetitivo e 10 minuti di recupero.

Individuati e caratterizzati i singoli compiti lavorativi (task), questi sono utilizzati come dati di ingresso nel software dalla routine "Metodo OCRA - *analisi task*" nella relativa sezione (figura 1)

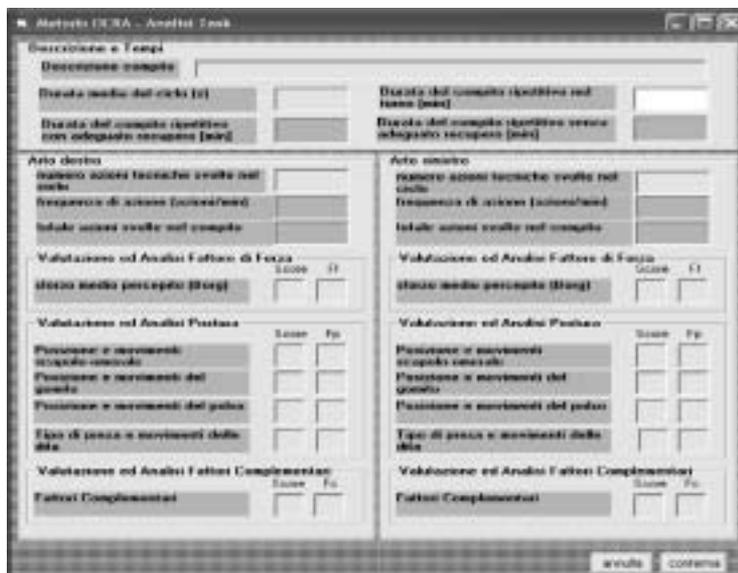


Figura 1: La routine "metodo OCRA - analisi task" del software ERGON.

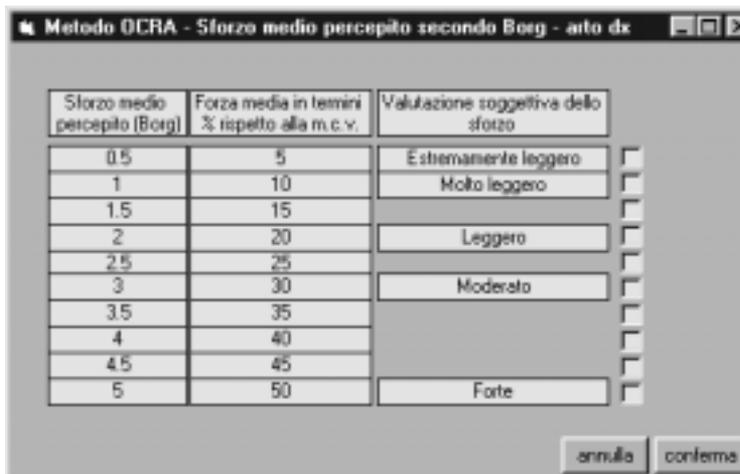
2.2 L'analisi della ripetitività e della frequenza d'azione

La ripetitività (presenza di eventi (cicli, tipi di posture) che si ripetono nel tempo) è la condizione di rischio di maggiore importanza, tanto che le sintomatologie da CTD sono state spesso definite *repetitive strain injuries*; pertanto la corretta valutazione di questo fattore di rischio è determinante per l'esito dell'analisi ergonomica. L'analisi della ripetitività si basa sulla valutazione delle *azioni tecniche* svolte durante l'esecuzione del compito lavorativo; queste si devono intendere come azioni comportanti l'attività degli arti superiori; non vanno necessariamente identificate con i singoli movimenti articolari ma con il complesso di movimenti di uno o più segmenti corporei che consentono il compimento di un'operazione.

Nel metodo OCRA si analizza singolarmente ogni fattore di rischio per poi ricomporre lo studio dell'esposizione attraverso un'unica formula che consente di studiare il risultato delle diverse combinazioni dei fattori di rischio. Per studiare il rischio *frequenza* si individuano le azioni tecniche eseguite nell'unità di tempo; per ognuna di esse si analizzerà successivamente *postura* e *forza* ed eventuali *fattori complementari di rischio*. Per identificare e conteggiare le azioni tecniche, sarebbe opportuno filmare i compiti lavorativi ripetitivi eseguiti nel turno dall'operatore (o da un gruppo omogeneo di lavoratori) e successivamente analizzarne le varie fasi a rallentatore. Individuate il numero di azioni tecniche nel ciclo e conoscendo, dall'analisi organizzativa effettuata, le durate del compito ripetitivo e del relativo ciclo è possibile ricavare la frequenza di azione (azioni/min.) ed il numero di azioni totali svolte nel compito. Il calcolo è effettuato automaticamente dalla routine "Metodo OCRA - analisi task" nella relativa sezione (figura 1).

2.3 L'analisi e la quantificazione della forza

L'analisi e la quantificazione della forza consiste nella valutazione dell'impegno biomeccanico necessario per compiere una determinata azione tecnica (o sequenza di azioni). Per descrivere lo sforzo muscolare soggettivamente percepito a carico di un determinato segmento corporeo si utilizza la scala proposta da Borg (1982). La quantificazione dello sforzo percepito deve essere effettuata per ogni azione tecnica che compone il ciclo. Si calcola poi il punteggio medio ponderato per l'insieme delle azioni del ciclo. Il dato così ottenuto è utilizzato dalla routine "Metodo OCRA – Sforzo percepito secondo Borg" (figura 2).



Sforzo medio percepito (Borg)	Forza media in termini % rispetto alla m.c.v.	Valutazione soggettiva dello sforzo
0.5	5	Estremamente leggero
1	10	Molto leggero
1.5	15	
2	20	Leggero
2.5	25	
3	30	Moderato
3.5	35	
4	40	
4.5	45	
5	50	Forte

Figura 2: La routine "Metodo OCRA – Sforzo percepito secondo Borg" del software ERGON

2.4 L'analisi e la valutazione delle posture di lavoro

Le posture assunte ed i movimenti compiuti dai diversi segmenti dell'arto superiore, durante lo svolgimento di lavori ripetitivi, sono tra gli elementi che più contribuiscono a determinare il rischio CTD. La valutazione delle posture viene effettuata attraverso la descrizione della frequenza e durata delle posizioni o movimenti dei quattro segmenti anatomici:

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

L'impegno posturale dovrà essere considerato significativo (alto) se nell'esecuzione di ogni azione, il segmento considerato arriva ad una escursione superiore al 40-50% del range articolare (per le mani si considererà il tipo di presa). Valutato l'impegno posturale, va effettuata una stima della durata dei diversi tipi di impegno dei differenti segmenti esaminati, esprimendo gli stessi relativamente alla durata del singolo ciclo e, di conseguenza, del compito.

Il modello di analisi proposto dagli Autori prevede le seguenti fasi operative:

- 1) la descrizione delle posture e/o dei movimenti separatamente per le articolazioni scapolo-omerale, gomito, polso, mano (tipo di presa e movimenti delle dita);

- 2) l'individuazione di un impegno articolare significativo (alto) e la sua temporizzazione all'interno del ciclo (1/3, 2/3, 3/3 del ciclo);
- 3) l'evidenziazione della presenza di stereotipia di movimenti o mantenimenti (movimenti articolari dello stesso tipo svolti per almeno il 50% del tempo di ciclo, posizioni statiche mantenute per almeno il 50% del tempo di ciclo, cicli di brevissima durata, inferiori ai 15 secondi).

In ERGON, per l'analisi e valutazione delle posture di lavoro, sono state sviluppate le routine di calcolo per ogni segmento articolare (segmento scapolo-omerale, gomito, polso, mano) che permettono agevolmente l'applicazione dei criteri su menzionati (valutazione posture, tempi di impegno, stereotipia, ...) e dove sono chiaramente illustrate le aree a rischio dei movimenti. In figura 3 si riporta a titolo di esempio la routine per l'analisi della postura del segmento scapolo-omerale.

Metodo Ocra - Analisi postura - Movimenti scapolo omerale - Arte di...

ADDUZIONE FLESSIONE ESTENSIONE

I movimenti nelle aree a rischio occupano un tempo del ciclo pari a: 0 1/3 2/3 3/3

Questi movimenti della stessa tipo che coinvolgono la spalla per almeno il 50% del tempo del ciclo:

Esicce mantenute sollevate (non appoggiate) nelle aree a rischio per un tempo del ciclo pari a: 0 1/3 2/3 3/3

Esicce mantenute sollevate (non appoggiate), di più di 20° o in estensione, per almeno il 50% del tempo del ciclo:

annulla conferma

Figura 3: La routine "Metodo OCRA – Analisi postura – Movimenti scapolo omerale" del software ERGON

2.5 L'analisi dei fattori di rischio complementari

L'analisi dell'esposizione a CTD prende in considerazione la valutazione di una categoria di fattori di rischio, definiti complementari non perché sono di secondaria importanza rispetto a quelli già descritti, ma perché possono essere presenti o meno nei compiti ripetitivi svolti. I principali fattori complementari sono:

- luso di strumenti vibranti;
- estrema precisione richiesta nel compito;
- compressioni localizzate;
- esposizione a raffreddamento o perfrigerazioni;
- uso di guanti che interferiscono con l'abilità manuale richiesta dal compito;
- scivolosità degli oggetti manipolati;
- esecuzione di movimenti bruschi o a strappo;
- esecuzione di gesti con contraccolpi.

L'analisi dei fattori complementari può essere svolta in modo analogo a quella delle posture, utilizzando eventualmente la videoripresa, individuando la presenza o meno dei suddetti fattori nei compiti svolti, stimando il tempo (rispetto al ciclo ed al compito) speso in presenza del fattore.

3. L'Indice di Rischio OCRA

L'indice di esposizione OCRA è stato definito dagli Autori come il rapporto tra il numero di azioni tecniche effettivamente svolte nel turno di lavoro ed il numero di azioni tecniche specificamente raccomandate; in formule

$$\text{Indice_OCRA} = \frac{N.\text{complessivo_azioni_tecniche_svolte}}{N.\text{complessivo_azioni_tecniche_raccomandate}}$$

Il numero di azioni tecniche svolte nel turno è un dato noto e ricostruito tramite l'analisi organizzativa. Il numero di azioni tecniche raccomandate è il numero di azioni eseguibili in condizioni ideali (definito dagli Autori *costante di frequenza*) a cui vanno applicati i fattori demoltiplicativi ricavati dalle analisi organizzativa (fattore di durata, fattore di recupero), della ripetitività e della frequenza d'azione (fattore di frequenza), della quantificazione della forza (fattore di forza), della valutazione delle posture di lavoro (fattori di postura) e dei fattori di rischio complementari (fattori complementari). La routine di ERGON "Metodo OCRA - Task Manager" valuta automaticamente i vari fattori demoltiplicativi, sulla base delle analisi effettuate per ogni compito lavorativo del turno, e calcola l'indice di rischio OCRA, tenendo conto di tutti i compiti che compongono il turno lavorativo

Descrizione del compito lavorativo	Fattore di Forza (F)		Fattore di Postura (P)		Fattore di Complessità (C)		Fattore di Durata (D)	Fattore di Ripetitività (R)	Fattore di Frequenza (F)	Fattore di Recupero (R)	INDICE OCRA	
	Minimo	Maximo	Minimo	Maximo	Minimo	Maximo					Minimo	Maximo
Task (1)												
Task (2)												
Task (3)												
Task (4)												
Task (5)												
Task (6)												
Task (7)												
Task (8)												
Task (9)												
Task (10)												

Figura 4: La routine "Metodo OCRA - Task Manager" del software ERGON

Per quanto riguarda la correlazione tra indice di rischio ed esposizione, gli Autori propongono quanto illustrato nella seguente tabella:

Tabella 1

La correlazione tra indice di rischio OCRA ed esposizione

Indice OCRA	Esposizione
2	assenza di rischio
2.1 – 3.9	rischio lieve
4 – 7.9	rischio medio
≥ 8	rischio elevato

Le prevalenze ed incidenze di CTD nei gruppi di esposti è espressa da formule empiriche, proposte dagli Autori; prevalenze ed incidenze sono tanto maggiori quanto più elevato è l'indice di rischio ed il tempo di esposizione; in particolare la relazione tra indice di rischio e prevalenza (o incidenza) di CTD è di tipo lineare.

BIBLIOGRAFIA

La seguente bibliografia si riferisce esclusivamente al metodo di analisi OCRA illustrato; la bibliografia degli altri metodi citati è riportata nell'apposita sezione del software ERGON.

D. COLOMBINI, E. OCCHIPINTI: Proposta di un indice sintetico per la valutazione dell'esposizione a movimenti ripetuti degli arti superiori (OCRA Index), Med. Lav. 1996; 87; 526-548.

D. COLOMBINI, E. OCCHIPINTI, A. GRIECO: La valutazione e la gestione del rischio da movimenti e sforzi ripetuti degli arti superiori, Franco Angeli editore.