

# Metodo OCRA: aggiornamento dei valori di riferimento e dei modelli di previsione della frequenza di patologie muscolo-scheletriche correlate al lavoro degli arti superiori (UL-NVMSDs) in popolazioni lavorative esposte a movimenti e sforzi ripetuti degli arti superiori

E. OCCHIPINTI, DANIELA COLOMBINI

Unità di Ricerca eprn - U00MI, - CEMOC A.O. ICP Milano

## KEYwoRDs -

Repetitive movements; WMSDs; risk assessment; upper limbs

## SUMMARY

«*The OCRA Method. updating of reference values and prediction models of occurrence of work-related musculo-skeletal diseases of the upper limbs (UL-IMSDs) in workingpopulations exposed to repetitive movements and exertions of the upper limbs*». **Background:** *The paper considers a database of old (already published) and new data concerning 23 groups of workers (Total number of subjects examined= 53 73) with different levels of exposure to re*

*petitive movements of the upper limbs;for all these groups data were available regarding exposure indexes (OCRA index and Checklist "OCRA" score) and clinically determined UL^SD outcomes (PA=Prevalence of workers Affected by one or more UL- PMSDs; PC=Prevalence of single diagnosed Cases of an UL- WMSDs). Objectives: Using these data, the paper aimed at presenting and discussing the results obtained in order to estimate: new critical values of OCRA indexfor discriminating different exposure levels (green, yellow, red areas); new prediction models of expected PA and PC in exposedpopulations based on exposure indexes. Methods: New critical values of the OCRA index (and, consequently, of the checklist score) were estimated by an original approach in which data of the effect variable PA in a reference population not exposed to the specific risks were combined with the regressionfunction between OCRA and PA, as resultingfrom the 23 available groups. Results: The resulting critical values and the consequent classification system ofthe OCRA index and ofthe checklist score are synthetically reported in thefollowing table:*

Zone	OCRA values	Checklist values	Risk classification
Green	UP to 1.5	Up to,4 5	Optimal
Yellow-green	1.6-2.2	5.1-7.5	Acceptable
Yellow	2.3-3.5	7.6-11	Borderline (very light)
Red-low	3.6-4.5	11.1-14	Light
Red-medium	4.6-9.0	14.1-22.5	Medium
Red-high	More than 9.0	More than 22.5	High

The best simple regression functions between exposure indexes (OCR-4; checklist) and health outcome variables (PA; PC) were then sought, in order to obtain prediction models of effects starting from exposure. The following were the main prediction models derived from the available set of data (standard error of b in brackets): -PA(Y) starting from OCRA index values:  $Y = 2.39(\pm 0.14) * OCRA$   $R^2 = 0.92$

-PC(Z) starting from OCRA index values:  $Z = 6.01(\pm 0.48) * OCRA$   $R^2 = 0.86$

-PA(Y) starting from checklist score values:  $Y = CHECK_{1,004} \pm (0.047)$   $R^2 = 0.95$

-PC(Z) starting from checklist values:  $Z = CHECK_{1,004} \pm (0.052)$   $R^2 = 0.95$

Finally, a multiple regression model was computed for estimating PA (Y) based on OCRA index and gender structure of the group (SEAR, 4TIO = n.females x 100 / n. total) with its 5° and 95° percentiles (in brackets); the resulting model was:

$$Y = 2.02 (1.72-2.32) x OCRA + 0.075 (0.035-0.115) x SEAR, 4TIO.$$

This model showed a very high association between the two independent variables and the effect variable (PA) ( $R^2 = 0.96$ ). **Discussion:** Discussion of the results obtained considers their intrinsic limits, as they are based on prevalence studies, and also suggests due recommendations and caution in the use of the proposed classification system and prediction models when the OCRA methods are applied for the evaluation of occupational risk associated with repetitive movements of the upper limbs.

#### RIASSUNTO

Il presente lavoro si basa su di un set di vecchi (già pubblicati) e nuovi dati riguardanti 23 diversi gruppi di lavoratori (NI totale di soggetti esaminati = 5373) aventi un diverso livello di esposizione a movimenti ripetitivi degli arti superiori: Per tutti questi gruppi sono disponibili dati relativi agli indici di esposizione (indice OCRA e punteggio della checklist OCRA) ed agli effetti di salute, rappresentati da UL-WMSDS determinati clinicamente ( $R4$  = Prevalenza di lavoratori Affetti da uno o più UL-WMSDs;  $PC$  = Prevalenza di singoli Casi diagnosticati di UL-R<sup>1</sup>MSDs). Utilizzando questi dati, il lavoro ha lo scopo di presentare e discutere i risultati elaborati per la stima di: nuovi valori critici dell'indice OCRA' utili a discriminare differenti livelli di esposizione (area verde, gialla, rossa); nuovi modelli previsionali della  $P.4$  e della  $PC$  attesa in una popolazione esposta, a partire dagli indici di esposizione. I nuovi valori critici\* dell'indice OCRA (e, di conseguenza, del punteggio della checklist) sono stati stimati attraverso un approccio originale nel quale i dati di  $R4$  in una popolazione di riferimento non esposta allo specifico rischio vengono combinati con la funzione di regressione tra OCRA e PA così come risultante nello specifico set di dati disponibili. I valori critici risultanti e il conseguente sistema di classificazione dell'indice OCRA e del punteggio della checklist sono riportati sinteticamente nella seguente tabella:

Zone	Valori OCRA	Valori checklist	Classificazione rischio
Verde	Fino a 1,5	Fino a 5	Ottimale
Giallo-verde	1,6-2,2	5,1-7,5	Accettabile
Giallo	2,3-3,5	7,6-11	Borderline (molto lieve)
Rosso-lieve	3,6-4,5	11,1-14	Lieve
Rosso-medio	4,6-9,0	14,1-22,5	Medio
Rosso-alto	Oltre 9,0	Oltre 22,5	Alto

Sono state quindi ricercate le migliori funzioni di regressione semplice tra indici di esposizione (OCRA; checklist) e variabili di effetto ( $R4$ ;  $PC$ ) al fine di ottenere modelli previsionali degli effetti\* a partire dall'esposizione. Quelli che seguono sono i principali modelli previsionali ottenuti dal set di dati disponibile (errore standard di b tra parentesi):

-  $B4$  (Y) a partire dai valori dell'indice OCRA-  $Y = 2,39(\pm 0,14) * OCRA, 4$   $R^2 = 0,92$

-  $PC$  (Z) a partire dai valori dell'indice OCRA-  $Z = 6,01(\pm 0,48) * OCRA, 4$   $R^2 = 0,86$

-  $E4$  (Y) a partire dai valori del punteggio checklist:  $Y = CHECK_{1,004} \pm (0,047)$   $R^2 = 0,95$

-  $PC$  (Z) a partire dai valori del punteggio checklist:  $Z = CHECK_{1,004} \pm (0,052)$   $R^2 = 0,95$

Infine, è stato ricercato e calcolato un modello di regressione multipla per la stima di PA (Y) a partire dall'indice OCRA e dalla struttura per genere del gruppo ( $SEXRATIO = n. \text{ femmine} \times 100 / n. \text{ totale}$ ); il modello risultante, con (in parentesi) i relativi 5° e 95° percentili è il seguente:

$$Y = 2,02 (1,72-2,32) \times OCRA + 0,075 (0,035-0,115) \times SEXRATIO.$$

Questo modello ha dimostrato una forte associazione tra le due variabili indipendenti e la variabile di effetto (P2) ( $R^2=0,96$ ). La discussione dei risultati ottenuti prende in considerazione i loro limiti intrinseci, dovuti al fatto che gli stessi sono basati su studi di prevalenza e, al contempo, fornisce raccomandazioni e cautele nell'uso del sistema di classificazione e dei modelli previsionali proposti, laddove vengano applicati i metodi OCRA nella valutazione del rischio o occupazionale connesso con i movimenti ripetitivi degli arti superiori.

## INTRODUZIONE

Le patologie muscolo-scheletriche, correlate al lavoro, degli arti superiori costituiscono una "famiglia" di patologie per le quali è stata, nel complesso, dimostrata una importante associazione con lavori comportanti movimenti e sforzi ripetuti degli arti superiori e con specifici fattori meccanici di rischio (ripetitività dei gesti per lunghi periodi, uso di forza, posture incongrue, carenza di periodi di recupero ed altri ancora), in particolare quando gli stessi si presentano fra loro associati (10, 14).

In questa sede, coerentemente con le più recenti ed accreditate definizioni della letteratura (10), tali patologie saranno identificate con l'acronimo anglosassone di UL-MMSDs (*Upper Limb Work related Musculo Skeletal Disorders*).

Un recente documento di consenso prodotto da un gruppo tecnico della *International Ergonomics Association* (IEA), approvato ufficialmente anche dalla *International Commission of Occupational Health* (ICOH) (7), dopo aver identificato il modello generale, le procedure ed i criteri per la valutazione dell'esposizione lavorativa a movimenti ripetitivi degli arti superiori, sottolinea l'importanza di disporre di indici "sintetici" di esposizione, quali il "RULA" (12), lo *Strain Index* (13), l'OCRA" (15) e lo stesso *ACGIH TLV* per *mono-task hand work* (1), che dovranno essere, in prospettiva, validati anche alla luce della loro relazione con gli effetti clinici qui considerati.

In precedenti pubblicazioni (4, 8, 9, 15, 16) gli Autori hanno presentato criteri, procedure e strumenti del metodo OCRA (*Occupational Repetitive Actions*) per la stima e la valutazione dell'esposizione al rischio negli addetti a lavori con

sforzi ripetuti degli arti superiori. In particolare, gli strumenti consistono nell'indice OCRA e nella più semplice *checklist* OCRA. Per l'indice OCRA, sulla base dei dati collettivi di esposizione e di danno man mano resi disponibili, sono stati a suo tempo forniti (8, 9, 11) tanto valori di riferimento, in grado di classificare i risultati in almeno 3 aree di rischio (rischio assente; rischio incerto o molto lieve; rischio presente) quanto modelli di previsione, basati su equazioni di regressione lineare semplice, della prevalenza attesa del danno (espresso dalla variabile "prevalenza di singoli casi di UL~NVMSDs clinicamente diagnosticati per 100 soggetti esposti") a partire dal livello di esposizione. I punteggi derivati dall'applicazione della *checklist* OCRA, sono stati opportunamente relazionati alla classificazione per fasce di rischio secondo l'indice OCRA. (8,9,16).

Nel contempo il metodo OCRA, con i suoi diversi strumenti di analisi e classificazione, è stato diffusamente adottato in molte importanti imprese manifatturiere, italiane ed europee, di svariati settori produttivi (meccanico, elettronico, tessile, alimentare, dei servizi).

In alcuni di questi contesti si è verificata l'opportunità di poter raccogliere, oltre ai dati di esposizione derivati dall'applicazione del metodo OCRA (indice e/o *checklist*), anche i dati relativi alla prevalenza di UL-VVMSDs nei lavoratori esposti.

Grande parte di questi risultati sono riportati in una pubblicazione parallela curata dagli Autori (5).

In buona sostanza, ai dati storici già pubblicati, se ne sono recentemente aggiunti di nuovi e copiosi: questi, nel loro complesso, consentono di disporre di una ragguardevole base di dati, in cui compaiono da un lato indicatori collettivi di esposizione

ne (espressi sia in termini di indice OCRA che di punteggio *checklist*) e dall'altro lato indicatori di effetto (basati sulla casistica, clinicamente accertata, di UL-"SDs nei diversi gruppi di lavoratori esposti).

Va ancora in premessa riferito che, per meglio circoscrivere gli effetti clinici indagati, in questa sede sono stati considerati, nel gruppo degli UL-"SDs, unicamente i casi, clinicamente accertati, delle singole patologie riportate in tabella 1, così come individuate e definite in un recente documento nazionale di consenso relativo al riconoscimento delle diverse patologie muscolo-scheletriche degli arti superiori come

**Tabella 1 - UL- WMSDs.- lista delle patologie muscolo-scheletriche degli arti superiori considerate nel**

**Affezioni dei tendini delle guaine e delle borse**

**Spalla:**

Tendinopatia della cuffia dei rotatori  
Periartrite calcifica (M. di Duplay)  
Tendinopatia del capo lungo del bicipite  
Borsite

**Gomito/avambraccio:**

Epicondilitis laterale  
Epicondilitis mediale (epitrocleite)  
Tendinopatia dell'inserzione distale del tricipite  
Borsite olecranicca

**Polso/mano/dita:**

Tendinite e Tenosinovite dei muscoli flessori ed estensori Dito a scatto  
Cisti tendinca  
Malattia di De Quervain

**Neuropatie periferiche da compressione**

Sindrome dello stretto toracico  
Sindrome del tunnel cubitale  
Sindrome del pronatore rotondo  
Sindrome del tunnel carpale  
Sindrome del canale di Guyon

**Altre patologie**

Artrosi acromion-claveare  
Rizoartrosi (artrosi trapezio -metacarpale)

In coerenza con quanto premesso, gli  $\pi$  di presente lavoro sono quelli di ricercare.  $\pi$  rend dal rinnovato database disponibile:

- i nuovi valori "critici" dell'indice OCRA al fine di una classificazione del rischio connesso con movimenti e sforzi ripetuti degli arti superiori;

- nuovi e più affidabili modelli previsionali della frequenza di UL-"SDs in popolazioni esposte, a partire dai valori degli indicatori di esposizione (indice OCRA e punteggio di

**METODI**

Il database predisposto allo scopo del presente lavoro è stato ricomposto partendo dai dati pubblicati ed utilizzati in precedenza per scopi (8, 9, 11), implementandolo con i dati riportati analiticamente in altre pubblicazioni

La tabella 2 riassume i dati salienti del presente studio: in essa sono utilizzati nel presente studio: in essa sono per 22 gruppi di lavoratori esposti (N. totale = 1879; femmine = 2745), la cui età media numerica (totale e per genere), il valore medio dell'indice OCRA e del punteggio di *checklist* dei valori registrati di prevalenza di due diversi tipi di effetto (PC = n. di singoli casi diagnosticati di UL-WMSDs per 100 lavoratori esposti; R. di soggetti ammalati di 1 o più UL-WMSDs diagnosticati per 100 lavoratori esposti). In 2 sono inoltre riportati analoghi dati relativi al gruppo di riferimento (N. totale = 749; maschi = 310 e femmine = 439) composto da lavoratori, mai esposti ad attività lavorative con un rischio di UL-"SDs, così come riferiti da un precedente lavoro degli Autori (3).

Per questo gruppo di riferimento, gli indicatori di esposizione sono stati assegnati "nominalmente" (indice OCRA = 0,5; punteggio = 1,5) come per una esposizione molto bassa (quasi assente).

Relativamente ai dati e alle variabili del database riportato in tabella 2 valgono le seguenti precisazioni:

- gli indici di esposizione sono stati calcolati dagli Autori, caso per caso, sulla base dei videofilmati e della documentazione cartacea disponibili; tali indici sono tuttavia valori medi di gruppi I

Tabella 2 - *Principali caratteristiche dei gruppi esaminati: composizione numerica totale e per genere, indici di esposizione (indici OCRA e punteggio checklist), prevalenza di singoli casi diagnosticati di UL-PMSDs (PC) e di soggetti ammalati di uno o più di UL - WMSDS (R4)*

Tipo di lavoro	Numero	Numero	Numero	Checklist	OCRA	% diagnosi	% malati
	totale	maschi	femmine	punteggio	indice	PC	PA
Montaggio motori elettrici 1	431	126	305	15,2	4,7	20,4	11,4
Montaggio motori elettrici 2	288	173	115	12,0	3,4	19,4	8,7
Assemblaggio surgelatori	374	264	110	11,5	3,2	16,0	8,6
Assemblaggio frigoriferi A	350	270	80	14,7	4,5	24,6	15,4
Assemblaggio frigoriferi B	42	32	10	13,0	3,8	23,8	14,3
Assemblaggio frigoriferi C	31	31	0	14,4	4,3	32,3	19,4
Assemblaggio frigoriferi D	118	63	55	15,0	4,6	22,9	15,3
Assemb+cablag. frigoriferi	42	22	20	19,4	7,2	69,0	31,0
Assemblaggio forni	650	150	500	10,2	2,8	21,8	13,2
Assemblaggio ammortizzatori	242	159	83	19,5	7,3	60,3	24,0
Macellazione tacchini e polli	943	0	943	20,0	7,7	31,5	22,4
Rifinitura ceramiche	22	0	22	24,0	21,0	109,1	63,6
Carteggiatura legni per atto	121	55	66	21,0	13,0	18,2	17,4
Carteggiatura legni per infissi	25	0	25	34,0	24,7	108,0	72,0
Cassiera supermarket	100	0	100	17,0	7,0	53,0	26,0
Confezione verdure	29	0	29	29,0	21,0	217,2	72,4
Tappezzeria sedili	59	33	26	32,0	41,7	203,4	79,7
Disosso carni	86	67	19	28,0	23,8	224,4	47,7
Cernita piastrelle	46	0	46	30,0	41,0	315,2	93,5
Assemblaggio motori 1	467	355	112	10,0	3,4	8,6	3,9
Assemblaggio motori 2	53	37	16	12,0	3,9	13,2	7,5
Assemblaggio statori	105	42	63	17,0	5,8	24,8	13,3
Gruppo di riferimento	749	310	439	1,5	0,5	5,6	4,4

compiti e mansioni la cui esposizione può essere considerata omogenea, ma non identica; d'altronde una ulteriore frammentazione dei gruppi avrebbe comportato una scarsa attendibilità degli indicatori di effetto calcolati su entità numeriche di esposti troppo esigue;

- in precedenti lavori la variabile di effetto valorizzata era stata la prevalenza di casi diagnosticati (1 malattia = 1 caso) di UL-"SDs sul n. di arti a rischio (11) o sul n. di esposti (8, 9). In questa ultima versione tale seconda variabile è stata mantenuta. Ad essa, che rende conto della entità numerica degli effetti (numero di casi diagnosticati) nella popolazione esposta, è stata affiancata una variabile di più immediato impatto, rappresentata dalla prevalenza di soggetti ammalati (di 1 o più UL-MISDS) sul totale dei soggetti esposti. Quest'ultima variabile è stata pertanto ricalcolata anche nel gruppo di riferi-

mento già disponibile (3) ed utilizzata prioritariamente per la ricerca dei valori critici di OCRA,-

- nello studio delle variabili di effetto, per tutti i gruppi, sono stati considerati unicamente i casi accertati clinicamente (anamnesi + visita specialistica + esami strumentali) di patologie degli arti superiori così come definite nell'elenco di tabella 1. Sono stati esclusi i casi diagnosticati unicamente sulla base di sintomi riferiti o di altre sindromi o patologie ad incerto inquadramento nosologico e comunque non riconducibili all'elenco della stessa tabella.

#### Ricerca dei valori critici di OCRA

La ricerca dei valori critici di OCRA utili per identificare le diverse fasce di rischio (assente, accettabile, incerto, presente) è avvenuta sulla base

del modello generale schematicamente riportato in figura 1 utilizzando:

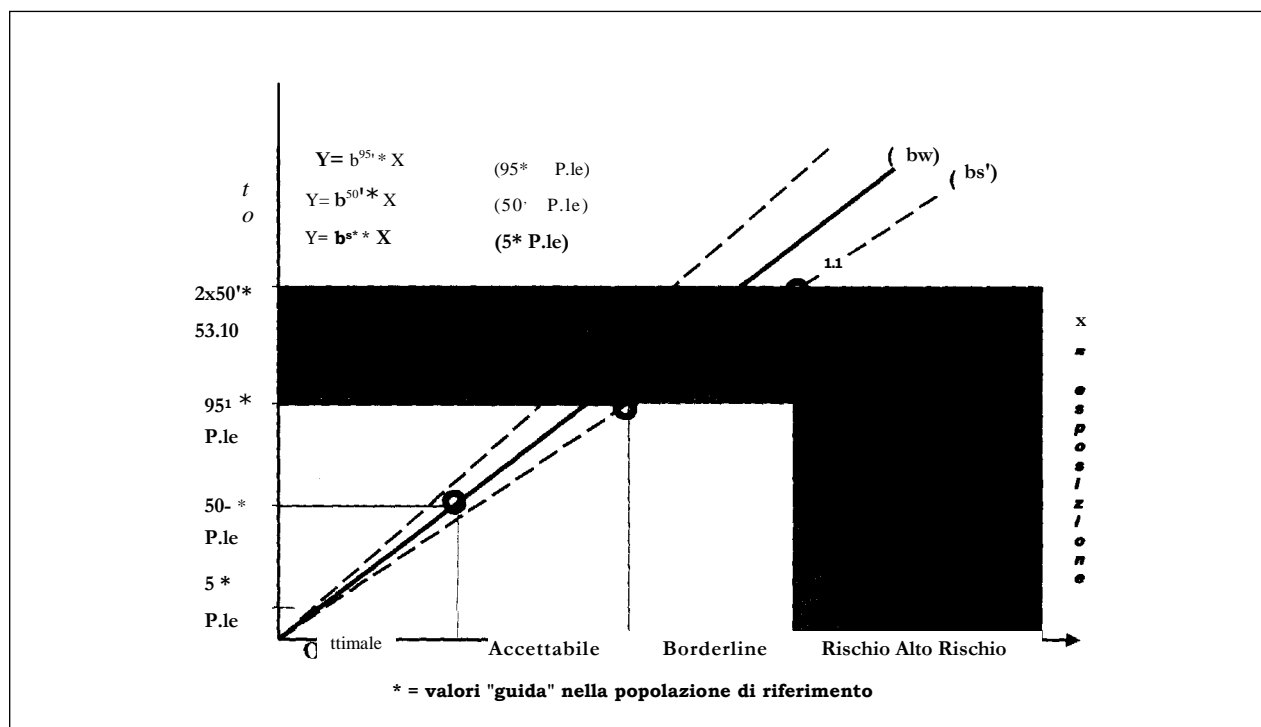
a) La funzione di regressione (derivata dal database) tra l'indice OCRA e la prevalenza di soggetti ammalati di 1 o più UL-MrNISDs (Prevalenza ammalati = PA) ed i relativi limiti di confidenza al 90%, in grado di definire il 5' e il 95' percentile della funzione stessa.

b) I dati di PA ottenuti nel gruppo di riferimento ed i relativi limiti di confidenza al 90% (data la relativa dimensione campionaria), in grado di definire il 5' e il 95' percentile di PA nel gruppo medesimo.

c) Una volta reperiti, secondo le specifiche di seguito indicate e comunque schematicamente riportate in figura 1, i possibili valori critici dell'indice OCRA, gli stessi sono stati utilizzati per calcolare (tramite software EPIINFO<sup>®</sup>) gli Odds Ratio (2) e i relativi limiti di confidenza al 95% per gruppi a diverso livello di esposizione, conseguentemente riaggregati nel database, in confronto al gruppo ad esposizione trascurabile.

Per lo specifico aspetto di cui al punto b) in cui per ipotesi, si stima la prevalenza dell'effetto considerato (PA) in una generica popolazione lavorativa, "non esposta", è apparso utile non utilizzare direttamente il tasso grezzo risultante nel campione esaminato, ma calcolare un tasso standardizzato (2), tenuto conto della struttura per 4 sottogruppi di età (<35 anni; 2:35 anni) e di genere (maschi: femmine), già utilizzati nel campione, nella popolazione lavorativa italiana risultante al 31.12.1999.

La tabella 3 riporta i tassi di PA età e genere specifici come risultati nello specifico campione esaminato. La tabella 4 riporta la struttura per classi di età e per genere della popolazione lavorativa italiana al 1999. Operando sui dati delle 2 tabelle si può ottenere il tasso standardizzato efi PA in un campione di non esposti avente una composizione per classi di età e di genere assimilabile a quella di tutta la popolazione lavorativa italiana. 1: tasso standardizzato di PA risultante (pari a 3,7c1, riportato in tabella 5; con i usuali metodi di stima della variabilità campionaria di una pro-



**Figura 1** - Modello generale per identificare valori critici di una variabile di esposizione (X) a partire dalla distribuzione di una variabile di effetto (Y) in una popolazione di riferimento ed usando la funzione di regressione tra X ed Y ed i suoi limiti di confidenza (al 90%)

Tabella 3 - Caratteristiche del gruppo di riferimento e prevalenza di UL- WMSDs (singoli casi diagnosticati = PC e persone ammalate = R4) nello stesso

Genere	Numero soggetti	N. diagnosi di UL-VVMS13s	N. sogg. con UL - ~ S D s	% diagnosi PC	% malati PA
Età 15-34					
Maschi	139	0	0	0	0
Femmine	176	6	4	3,4	2,3
Età 35-64					
Maschi	171	6	6	3,5	3,5
Femmine	263	30	23	11,4	8,7
Tutti					
Tutti (M+F)	749	42	33	5,6	4,4

Tabella - Lavoratori occupati in Italia (anno 1999) per genere e per 2 classi di età

Genere/Classe di età	15-34 anni	35-64 anni	Totali
Maschi	4625775	8294538	12920313
Femmine	3035124	4401910	7437034
Totali	7660899	12696448	20357347

Tabella 5 - Tassi standardizzati di PC e di PA nel gruppo di riferimento: valori\* centrali (50° Percentile) e valori del 1°, 5°, 95° e 99° Percentile

Effetto di salute	1° Pie	5° Ple	ST Ple	95° Ne	99* Ple
Prevalenza (%) di singoli casi diagnosticati di UL-WMSDs (PC)	2,7	3,2	4,4	5,6	6,1
Prevalenza (%) di malati di uno o più UL - ~ S D s (PA)	2,1	2,6	3,7	4,8	5,3

porzione normalmente distribuita e tenendo conto della dimensione numerica del campione esaminato (2), sono stati calcolati e riportati nella stessa tabella 5 i diversi percentili di possibile interesse (1°, 5°, 95°, 99°) del tasso standardizzato così ottenuto, oltre che del tasso standardizzato di PC.

Tornando al modello generale è stato stabilito di ricercare, in prima istanza, i valori critici di OCRA utilizzando la equazione di regressione OCRA/PA e i dati (coi relativi limiti di confidenza) dei diversi percentili del tasso standardizzato di PA derivati dal gruppo di riferimento secondo i seguenti criteri:

a) Il limite del valore ottimale di OCRA corrisponde al punto in cui la funzione di regressione

(valore centrale) interseca il valore centrale del tasso di PA (standardizzato) nel gruppo di riferimento.

b) Il limite dei valori di OCRA ancora accettabili corrisponde al punto in cui l'equazione di regressione, al suo 5° percentile, incrocia il valore corrispondente al 95° percentile della distribuzione del tasso standardizzato nel gruppo di riferimento (4,8%). Una tale situazione corrisponde al fatto che la PA minima prevedibile sulla base del corrispondente valore dell'indice OCRA è ancora simile alla PA massima ipoteticamente reperibile in una popolazione di non esposti.

c) Il limite dei valori di OCRA che, con "ragionevole certezza", rappresentano una condizione di

rischio franco è individuato dall'incrocio tra la funzione di regressione (al suo limite inferiore di confidenza al 90%) e il doppio del valore di PA nella popolazione di non esposti (7,4%). Tale valore chiave (2 volte la PA nella popolazione non esposta) è stato selezionato in quanto utilizzato nelle prassi di molteplici linee guida e standards internazionali. Oltre tale valore infatti, il valore minimo di PA previsto a partire dall'indice OCRA negli esposti, ha una altissima probabilità di essere significativamente in eccesso rispetto alla PA selezionata nella popolazione di riferimento di non esposti. La risultante fascia di valori OCRA compresa tra il valore del punto b) e quello del punto c) declina una fascia di incertezza o *borderline* tra accettabilità e presenza di un rischio franco.

d) ulteriori valori critici di OCRA possono essere individuati nei punti di intersezione della funzione di regressione (valore centrale) con i punti corrispondenti a n. volte la PA (valore centrale) registrata nella popolazione di riferimento.

#### Ricerca di modelli previsionali

Quanto al secondo obiettivo del presente lavoro, in modo peraltro funzionale al primo, tramite software statistico SPSS per Windows<sup>®</sup>, sono state ricercate le funzioni di regressione semplice tra le variabili di esposizione (indice OCRA e punteggio *checklist*) e variabili di effetto (PA = n. persone ammalate di 1 o più UL-SDs x 100/n. esposti; PC = n. di singoli casi diagnosticati di UL-SDs x 100/n. esposti) ed è stata verificata la corrispondente forza di associazione (2).

Sono state di conseguenza selezionate le "migliori" funzioni in base al duplice criterio della forza della associazione e della "semplicità interpretativa" della funzione.

Per la sola variabile di effetto principale (PA) sono anche state ricercate funzioni di regressione multipla (2) con una ulteriore variabile indipendente (SEXRATIO = n. femmine x 100 / n. totale gruppo) rappresentativa della composizione per genere in ciascuno dei 23 gruppi esaminati.

In tutte le funzioni di regressione è stato presupposto che, per un indice di esposizione (in realtà solo teorico) pari a 0, la prevalenza di UL-

SDs fosse nulla e pertanto è stata ricercata la migliore funzione senza la costante.

Nella ricerca delle funzioni di regressione è tenuto altresì conto del "peso" dei diversi z:7-:2Di a confronto, in relazione alla relativa di men;;1'=z numerica.

#### RISULTATI

In relazione ad entrambi gli obiettivi del presente lavoro è di particolare interesse la relazione --a le variabili "indice OCRA" e "PN" (PA = n. ---, t:-z,) ne ammalate di 1 o più UL-NVMSDs x 100/n. t~nosti). In figura 2, in questo senso, sono rappresentate le coppie dei valori di tali 2 variabili così come reperite nei 23 gruppi esaminati.

#### Valori critici di OCRA

Al fine della individuazione dei valori di OCRA, la figura 3 riporta i risultati concretamente ottenuti applicando i dati disponibili (tabe.7:-. 2 al modello generale di figura 1 esposto nel precedente paragrafo.

Più in particolare, come anche riportato sivamente nella tabella 9, la migliore funzione di regressione semplice tra OCRA e PA è di tipo, lineare ed espressa dall'equazione generale

$$PA = 2,39 (\pm 0,14) \times OCRA.$$

Tale funzione presenta un grado di associazione tra le 2 variabili assai elevato ( $R^1$  aggiustato = 0,92) e statisticamente assai significativo ( $p < 0,00001$ ).

Utilizzando tale equazione (coi relativi limiti di confidenza al 90%), in relazione ai valori guida di PA definiti nel gruppo di riferimento secondo il modello generale di figura 1, è stato possibile ottenere indicazioni circa i diversi valori critici di OCRA che separano aree a diverso rischio di prevalenza di) malati di UL-MTMSDs come riportato in figura 3.

Tali valori critici sono stati utilizzati per riaggregare i dati del database secondo gruppi a diverso livello di esposizione e per calcolare gli *Odds Ratio* (coi relativi limiti di confidenza) risultanti nel confronto tra la PA di ciascun gruppo riaggregato con quella del gruppo a bassa esposizione.



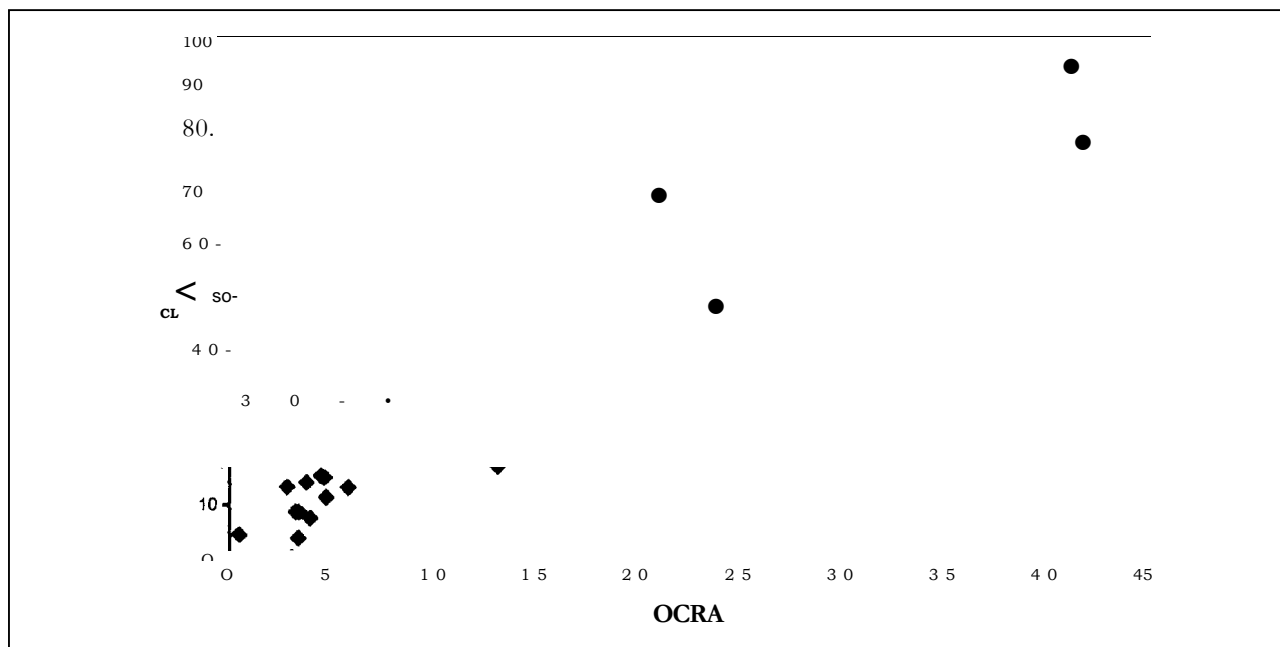


Figura 2 - Dispersione dei valori di PA (Prevalenza di persone Ammalate di uno o più UL-WMSDs) in funzione dei valori dell'indice OCRA nel 23 gruppi esaminati

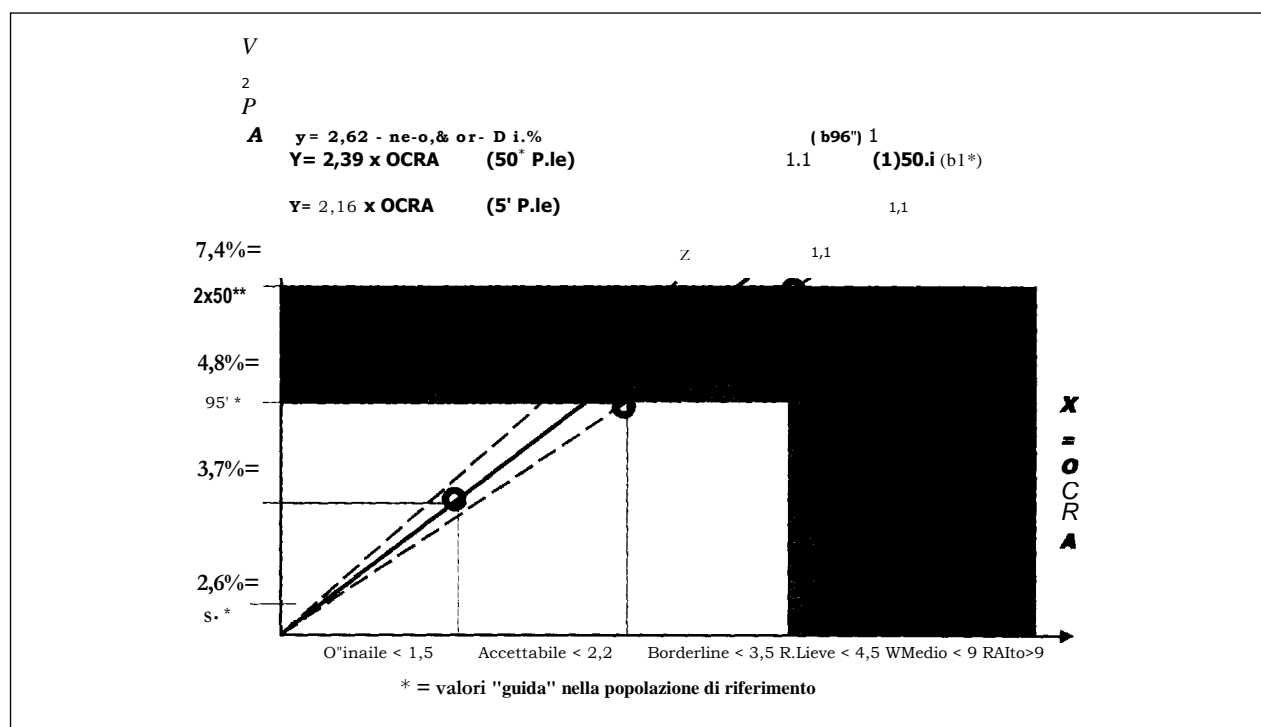


Figura 3 - Individuazione dei valori critici di OCRA a partire da valori selezionati di PA (Prevalenza di persone Ammalate di uno o più UL-WMSDs) nel gruppo di riferimento ed usando la equazione di regressione OCRA/PA ed i suoi limiti di confidenza (al 90%), secondo il modello generale di figura 1

I relativi risultati sono riportati in tabella 6.

Si sottolinea che nella riaggregazione dei gruppi, per lo specifico scopo, il gruppo a bassa esposizione (OCRA r.2,2) è rappresentato dal solo gruppo di riferimento.

I risultati di tabella 6 sono di assoluto rilievo nella conferma di quelli ottenuti per la individuazione dei valori critici di OCRA secondo il modello generale di figura 1. In tale tabella si evidenzia come, applicando i nuovi valori critici di OCRA al database disponibile, vi sia un costante incremento dei valori degli *Odds Ratio* nel progressivo passaggio da fasce di bassa esposizione verso esposizioni medie, alte o elevatissime. I test del  $\chi^2$  secondo Mantel-Haenszel (2), per i singoli strati, hanno consentito di verificare la forte significatività dei confronti operati.

Tenuto conto da un lato dei risultati fin qui ottenuti e dall'altro lato della elevatissima associazione fra valori dell'indice OCRA e del punteggio *checklist* (espressa da una funzione di regressione semplice cubica con Raggiustato = 0,99, in cui "Punteggio *checklist*" = 3,7 [OCRA] - 0,16 [OCRA]<sup>2</sup> + 0,0021 [OCRA]<sup>3</sup>), è divenuto possibile

uno schema di classificazione, per 6 differenti fasce di esposizione, dei valori dell'indice OCRA e dei valori del punteggio di *checklist* come meglio specificato in tabella 7.

Nella tabella 7, per ognuna delle 6 fasce identificate, sono altresì indicate le possibili azioni conseguenti alla valutazione del rischio tramite i metodi dell'indice OCRA e della *checklist* OCRA.

### Modelli previsionali

Per quanto riguarda il secondo obiettivo del presente lavoro, l'identificazione di modelli previsionali degli effetti di salute (prevalenza J.1 UL-WMS1Ds negli esposti) a partire dagli indicatori di esposizione, si è già riferito dei risultati dell'analisi circa il "miglior" modello di associazione tra OCRA e PA. La relativa equazione di regressione è stata infatti già utilizzata per identificare i valori critici di OCRA. La stessa equazione, in modo prioritario rispetto alle altre funzioni che saranno in seguito fornite, consente una stima dell'effetto TX (Prevalenza di persone affette da uno o più UL-NYMS13s clinicamente diagnosticati) a partire

Tabella 6 ~ Odds Ratio (con relativi limiti di confidenza al 95%) considerando PA (Prevalenza di persone ammalate di uno o più UL-PMSDs), nel confronto tra gruppi a diverso livello di esposizione all'indice OCRA e un gruppo a bassa esposizione (OCRA r.2,2), così come riaggregati nel database esaminato

Classe OCRA	Odds Ratio lim. inf. (95%)	Odds Ratio valore centrale	Odds Ratio lim. sup. (95%)	P-value
2,3-3,5	1,45	2,16	3,23	0,00006
3,6-4,5	2,38	3,74	5,89	0,00000
4,6-9,0	3,63	5,30	7,78	0,00000
Oltre 9,0	15,99	24,31	37,11	0,00000

Tabella 7 - Classificazione dell'indice OCRA e del punteggio della checklist, secondo aree crescenti di rischio e sintetica identificazione delle azioni conseguenti

Area	Valori OCRA	Valori <i>checklist</i>	Classificazione del rischio	Azioni conseguenti
Verde	Fino ad 1,5	Fino a 5	Ottimale	Nessuna
Giallo-verde	1,6-2,2	5,1-7,5	Accettabile	Nessuna
Giallo	2,3-3,5	7,6-11	Incerto/Molto lieve	Riverifica; se possibile, ridurre rischio
Rosso-lieve	3,6-4,5	11,1-14	Lieve	Riduzione rischio, sorv. sanitaria, formazione
Rosso-medio	4,6-9,0	14,1-22,5	Medio	Riduzione rischio, sorv. sanitaria, formazione
Rosso-intenso	oltre 9,0	oltre 22,5	Intenso	Riduzione rischio, sorv. sanitaria, formazione

dal valori di OCRA risultanti nel diversi contesti applicativi.

In pratica, utilizzando i valori di OCRA e la retta di regressione con i suoi limiti di confidenza, è possibile formulare ipotesi circa la PA che si attende in un determinato contesto. Ciò viene ad esempio operato con la tabella 8, in cui, per i diversi valori critici di OCRA precedentemente identificati, viene stimata la PA attesa calcolando tanto il valore centrale che i limiti di confidenza (in questo caso al 90%) e, di conseguenza H 5' ed il 95' percentile, di tale stima.

I "migliori" modelli di stima dei due effetti di salute indagati (PA e PC) a partire dai valori dell'indice OCRA e del punteggio *checklist* sono riportati in tabella 9. In tale tabella sono riportati: la variabile di effetto (PA o PC), l'indice di esposizione (OCRA o *checklist*), il tipo di funzione e la equazione esprimente il "miglior" modello di associazione, l'errore standard del coefficiente b dell'equazione, H R' aggiustato e il livello di significatività statistica del modello di associazione.

Tutti i modelli derivati hanno dimostrato una elevatissima associazione tra variabile indipendente (esposizione) e variabile dipendente (effetto di salute).

Tabella 8 - Stima della PA prevista (valore centrale e limiti di confidenza al 90%) in funzione di valori chiave di OCRA attraverso la funzione di regressione lineare semplice OCRA/PA

OCRA	PA 5' P.le	PA ST P.le	PA WP 1 e
1	2,15	2,39	2,60
2,2	4,73	5,26	5,72
3,5	7,52	8,6	9,10
4,5	9,67	10,75	11,70
9	19,35	21,51	23,40

PA = Prevalenza (%) di persone ammalate di uno o più UL ~ VWD s

Va infine segnalato che, la variabile derivata "SEXRATIO" (n. femmine x 100/n. totale) esprime la composizione numerica per genere dei diversi gruppi, assieme all'indice OCRA, è stata utilizzata per la ricerca di un modello di associazione (regressione multipla) fra 2 variabili indipendenti (o predittive) e la variabile di effetto PA, che in questo contesto è già stata scelta come più rappresentativa. Ne è risultato un modello previsionale di PA basato su OCRA e SEXRATIO riportato in tabella 10 ed espresso dall'equazione di regressione lineare multipla

$$PA = 2,02 [OCRA] + 0,075 [SEXRATIO].$$

Tabella 9 - Funzioni di regressione semplice fra variabili di esposizione (indice OCRA e punteggio checklist) e variabili di effetto (P.A e PC) nel intero campione esaminato

Indicatore esposizione (X)	Indicatore effetto (Y)	Tipo di funzione	Equazione	E. S. (b)	r <sub>2</sub> aggiustato	P
OCRA	PA	Lineare Y=bX	Y= 2,39 X	0,14	0,92	0,00001
OCRA	PC	Lineare	Y= 6,01 X Y=bX	0,48	0,87	0,00001
Checklist	PA	Potenza Y= X <sup>11</sup>	Y=X	0,047	0,95	0,00001
Checklist	PC	Potenza Y= X <sup>b</sup>	Y=X <sup>1,22</sup>	0,052	0,95	0,00001

PA = Prevalenza (%) di persone ammalate di uno o più UL ~ NNNISI)s; PC = Prevalenza (%) di singoli casi diagnosticati di UL ~ ~ SD s

In tabella 10 sono pure riportati i dati relativi ai limiti di confidenza (al 90%) di tale equazione nonché i valori di  $R^2$  indicativi della forza di associazione tra variabili predittive e la variabile di effetto. Il modello di associazione risultante ha comunque una elevatissima significatività statistica ( $P < 0,0001$ ).

Tabella 10 - Funzione di regressione multipla tra OCRA e SEXRATIO (variabili predittive) e PA (variabile di effetto): valore centrale e percentili di interesse

$$PA = 2,02 \times OCRA + 0,075 \times SEXRATIO$$

$$R^2 = 0,96$$

5° E 95° Percentile della funzione  
(Limiti di confidenza al 90%)

$$5^\circ PA = 1,72 \times OCRA + 0,035 \times SEXRATIO$$

$$95^\circ PA = 2,32 \times OCRA + 0,115 \times SEXRATIO$$

ove PA = Prevalenza (%) di persone ammalate di uno o più  
UL-VMS13s  
 $SEXRATIO = \frac{N. \text{ Femmine}}{N. \text{ Totale}} \times 100$

## DISCUSSIONE

Tutti gli studi su cui è basato il presente lavoro di analisi sono studi di prevalenza. Si è pienamente consapevoli che i dati provenienti da tali studi, quando usati per indagare ipotesi di relazione tra condizioni di esposizione (nella fattispecie ad un fattore di rischio lavorativo) e corrispondenti effetti collettivi di salute, sono suscettibili di diversi effetti di distorsione non controllabili. Studi controllati di incidenza (retrospettivi o prospettici) sarebbero certamente più adatti allo scopo: essi sono tuttavia di più difficile e lunga realizzazione e pertanto al momento scarsamente disponibili.

Sarebbe tuttavia errato non usufruire di studi di prevalenza come quelli su cui è basato il presente lavoro, che, essendo ormai numerosi e prospettando comunque risultati tra loro fortemente coerenti, consentono di suggerire per lo meno ipotesi sui sistemi di classificazione dell'esposizione e, in ultima analisi, del rischio (probabilità "collettiva" di malattia), laddove si adottino i metodi OCRA (indice

OCRA e *cheMist* OCRA) per la valutazione dell'esposizione a movimenti e sforzi ripetuti dei lavoratori: IM superiori.

Si conferma pertanto che quelle qui presentate sono ragionevoli ipotesi basate su un gruppo di studi di prevalenza fra loro fortemente omogenei, e che altri studi, specie di incidenza, sono necessari per meglio precisare e validare i termini di classificazione dell'indice OCRA.

Sottolineati i limiti di fondo di questo lavoro, è possibile entrare nel merito di alcuni dei risultati ottenuti per punti essenziali.

A. - Il modello generale, riportato in figura 1, per l'individuazione dei valori critici di OCRA si basa su alcune decisioni degli Autori in parte "arbitrarie".

Ci si riferisce in particolare alla scelta di determinati valori percentili della distribuzione di PA nella popolazione lavorativa di riferimento come valori guida per la ricerca dei valori critici, nonché alla scelta di alcune varianti della equazione di regressione OCRA/PA ottenibile dal database.

È del tutto evidente infatti che, basandosi sui medesimi dati, ed operando scelte diverse (peraltro giustificabili) circa i valori guida si possono ottenere risultati sui valori critici in parte differenti. Nella fattispecie le scelte definite "arbitrarie" sono preventivamente avvenute sulla scorta di un confronto operato in particolare nel contesto di gruppi tecnici internazionali (in sede CEN e ISO) per la produzione di due specifici standard tecnici e in qualche modo confermate dalla successiva concreta elaborazione dei dati, con particolare riferimento alla stima degli *Odds Ratio* per gruppi omogenei e crescenti di esposizione.

Resta comunque al proposito l'originalità del modello generale proposto nella consapevolezza che rispetto a questo altri, con altre giustificate motivazioni sia di carattere tecnico-scientifico che etico-sociale, possono utilizzare differenti criteri di scelta dei valori guida.

B. - Sulla base dei dati e del modello di analisi è stato possibile identificare un sistema di classificazione dell'indice OCRA articolato su più fasce ma comunque riferentesi alla logica della classificazione secondo il sistema delle tre zone o del "semaforo" (verde, giallo, rosso).

A tal proposito va sottolineato che sono stati attribuiti alla fascia "verde" tutti i valori di OCRA definiti ancora accettabili (non solo ottimali), per i quali non sono previste, in linea di massima, azioni preventive conseguenti.

La "fascia gialla" è definita da valori di OCRA (2,3-3,5) per i quali, sulla scorta dei dati ottenuti, potrebbe esistere un rischio di UL-"SDs: lo stesso tuttavia rimane incerto o al più è molto contenuto (eccessi di PA inferiori o simili a 2 volte quelli stimabili nella popolazione di riferimento). Si tratta in sostanza di una fascia in cui il rischio, se c'è, è connotabile come molto lieve.

La "fascia rossa", quella del rischio vero e proprio, è stata suddivisa in tre sotto-fasce: rosso lieve, rosso medio, rosso intenso in cui la previsione di PA è per ipotesi (in gran parte confermata dagli *Odds Ratio* calcolati sul database disponibile) rispettivamente tra 2 e 3 volte, tra 3 e 6 volte ed oltre 6 volte rispetto alla PA stimata nella popolazione non esposta.

C. – L'organizzazione, per fasce o livelli di rischio, della classificazione dell'esposizione, discussa al punto precedente, se da un lato rappresenta un ulteriore contributo all'inquadramento della valutazione del rischio e ad orientare le eventuali, conseguenti azioni di prevenzione, anche in conformità alla normativa, dall'altro lato, può, se impropriamente utilizzata, condurre a fenomeni di distorsione dell'interpretazione dei risultati ottenuti applicando il metodo OCRA: ciò vale in particolare per le fasce di risultato degli indici attorno ai valori critici.

Se infatti è, ad esempio, formalmente corretto affermare che un valore di OCRA di 3,4 rappresenta un rischio incerto e che un valore di OCRA di 3,6 rappresenta un rischio presente è altrettanto vero che tra questi due valori non vi è una differenza sostanziale e che l'utilizzatore dovrà in qualche modo tener conto della "continuità" che i risultati di OCRA esprimono (anche attraverso i modelli previsionali forniti) anziché dividere nettamente i risultati tra "rischio" e "non rischio".

Poiché il metodo OCRA è ormai utilizzato in molti contesti anche per finalità di vigilanza e di carattere medico legale, preme sottolineare che nelle intenzioni degli Autori il sistema di classificazione

proposto, basato sui nuovi valori critici dell'indice OCRA, vuole essere prevalentemente una guida per l'interpretazione dell'analisi valutativa e per orientare i conseguenti interventi preventivi piuttosto che uno standard rigido di valori limite da utilizzare acriticamente per finalità diverse da quelle qui dichiarate.

D. – I modelli previsionali degli effetti di salute negli esposti (prevalenza di UL-WMSDs), a partire dagli indici di esposizione OCRA e *checklist* sono stati elaborati, scontando i limiti già sottolineati circa il valore degli studi prevalenza, ma con lo scopo principale di fornire agli operatori della prevenzione ed ai loro interlocutori (ad es., *management* delle imprese) uno strumento per più circostanziate valutazioni delle priorità di intervento, tenuto conto di aspetti tecnici ed economici legati sia ai costi degli interventi di prevenzione ma anche, in alternativa, ai costi della "mancata" prevenzione. Nella esperienza pratica, l'utilizzo dei modelli previsionali si è dimostrato infatti uno strumento molto efficace di interlocuzione con i decisori, specie aziendali, laddove si trattava di stabilire piani di intervento conseguenti alla valutazione del rischio.

Da un punto di vista meramente tecnico-scientifico e statistico, i modelli previsionali possono fornire pertanto unicamente ipotesi di stima della frequenza di UL-"SDs attesa in una prospettiva pluriennale, dato un certo livello di esposizione a movimenti e sforzi ripetuti degli arti superiori; dal punto di vista delle prassi di gestione del rischio, tali modelli rappresentano un fondamentale strumento, tanto di interlocuzione tra operatori della prevenzione e decisori, che di stima e verifica degli effetti di salute attesi e verificati a medio e lungo termine.

## CONCLUSIONI

La disponibilità di dati, nuovi o aggiornati, relativi sia ai risultati dell'applicazione del metodo OCRA (indice OCRA e *checklist* OCRA) che ai risultati di parallele indagini di prevalenza di UL-WMSDs clinicamente determinati, ha consentito di aggiornare i criteri di classificazione dell'indice OCRA e del punteggio *checklist* OCRA

Ciò è avvenuto sulla base di un modello di selezione dei valori critici di OCRA (riportato in figura 1) che è stato elaborato prevalentemente nel contesto di gruppi di lavoro internazionali impegnati alla produzione di standard tecnici relativi alle attività manuali ripetitive.

I criteri elaborati sono stati basati su studi di prevalenza, i cui limiti sono stati discussi ed evidenziati, nella consapevolezza che tuttavia gli stessi sono ormai numericamente rappresentativi (oltre 5000 soggetti esaminati per 23 diversi gruppi di esposizione) e, più che altro, hanno condotto a risultati tra loro ampiamente coerenti e congruenti con analoghi studi preliminari già condotti dagli Autori (8, 9, 11).

Sulla scorta dei risultati del presente studio l'indice OCRA e il punteggio di *checklist*, ottenuti attraverso le procedure di analisi già pubblicate (15, 16), sono stati riclassificati secondo 6 fasce di esposizione crescente (si vedano i dettagli in tabella 7).

Parallelamente, studiando i modelli e le funzioni di associazione tra variabili di esposizione e variabili di effetto (collettivo) di salute, in particolare rappresentate dalla prevalenza di soggetti ammalati di uno o più UL-"SDs clinicamente diagnosticati (PA), è stato possibile derivare modelli di previsione a medio-lungo termine di tali effetti a partire da valori noti dell'indice OCRA e del punteggio *checklist*. Tali modelli, pur considerando i limiti di validità degli studi di prevalenza su cui sono basati, hanno mostrato un elevato grado di associazione tra le variabili indagate specie laddove si possa tener conto della composizione numerica secondo il genere dei gruppi in esame.

Gli schemi di classificazione proposti e i modelli previsionali elaborati, in particolare quelli che legano l'indice OCRA a PA, sono di particolare importanza nella fase di valutazione e di successiva eventuale gestione del rischio lavorativo legato a movimenti e sforzi ripetuti degli arti superiori sia per quanto riguarda le decisioni e le scelte degli interventi conseguenti sia per una verifica nel tempo dei miglioramenti introdotti.

L'insieme dei criteri di riferimento, qui rielaborati rispetto a precedenti pubblicazioni, conferisce al metodo OCRA, nelle sue differenti versioni ap-

plicative (indice, *checklist*), una maggiore capacità discriminativa dei livelli di esposizione al rischio specifico qui considerato.

I limiti e le modalità di utilizzazione dei criteri qui forniti sono stati sinteticamente esaminati in sede di discussione dei risultati: nel ribadire stessi, si dichiara l'intenzione, per il futuro, di riesaminare criticamente quanto qui proposto sulla base, tanto di nuovi studi, includenti, ove possibile, studi di incidenza, che di ulteriori concrete e variegate esperienze applicative del metodo OCRA.

#### BIBLIOGRAFIA

1. AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS (ACGIH): *Threshold limit values for chemical substances in the work environment*. ACGIH. 2000:117-121
2. ARMITAGE P: *Statistica medica; metodi statistici per la ricerca in medicina*. Milano: Feltrinelli editore, 1975
3. BATTEVI N, MENONI O, VIMERCATI C: The occurrence of musculoskeletal alterations in worker populations exposed to repetitive tasks of the upper limbs. *Ergonomics* 1998; **41**: 1340~1346
4. COLOMBINI D: An observational method for classification of exposure to repetitive movements of the upper limbs. *Ergonomics* 1998; **41**: 1261-1289
5. COLOMBINI D, OCCHIPINTI E: Risultati della valutazione del rischio e del danno in gruppi di lavoratori esposti in diversi comparti lavorativi, a movimenti e sforzi ripetuti degli arti superiori. *Med Lav* 2004; **95**: 233-246
6. COLOMBINI D, OCCHIPINTI E, CAIROLI S, e colli: Le affezioni muscolo-scheletriche degli arti superiori e inferiori come patologie professionali: quali e a quali condizioni. Documento di consenso di un gruppo di lavoro nazionale. *Med Lav* 2003; **94**: 312-329
7. COLOMBINI D, OCCHIPINTI E, DELLEMAN N, et al: Exposure assessment of upper limb repetitive movements: a Consensus Document. In Karwowski W (Ed): *International Encyclopaedia of Ergonomics and Human Factors*. London: Taylor and Francis, 2001: 52-66
8. COLOMBINI D, OCCHIPINTI E, GRIECO A: *La valutazione e la gestione del rischio da movimenti e sforzi ripetuti degli arti superiori. Analisi organizzative, indici di esposizione OCRA, schemi di intervento, principi di riorganizzazione*. one. Milano: Franco Angeli Editore, 2000
9. COLOMBINI D, OCCHIPINTI E, GRIECO A: *Risk assessment and management of repetitive movements and exertions of upper limbs*. Amsterdam: Elsevier Science, 2002

10. HAGBERG M, SILVERSTEIN B, WELLS R, et al: *Work-related musculoskeletal disorders (PMSDs). A reference book for prevention*. Kuorinka I, Forcier L (Eds). London: Taylor and Francis, 1985
11. GRIECO A: Application of the concise exposure index (OCRA) to tasks involving repetitive movements of the upper limbs in a variety of manufacturing industries: preliminary validations. *Ergonomics* 1998; *41*: 1347-1356
12. MCATAMNEY L, CORLETT N: RULA: A survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. *Applied Ergonomics* 1993; *24*:91-92
13. MOORE JS, GARG A: The strain index: a proposed method to analyse jobs for risk of distal upper extremity disorders. *Am Ind Hyg Assocjournal* 1995; *56*:443-458
14. NIOSH, CENTER FOR DISEASES CONTROL AND PREVENTION: *Musculoskeletal Disorders and Workplace Factors. A critical review of Epidemiologic Evidence for SDs of the Neck, Upper Extremity and Low Back*. Second printing: US Department of Health and Human Services, 1997
15. OCCHIPINTI E: OCRA: a concise index for the assessment of exposure to repetitive movements of the upper limbs. *Ergonomics* 1998; *41*:1290~1311
16. OCCHIPINTI E, COLOMBINI D, CAIROLI S, BARACCO A: Proposta e validazione preliminare di una *check-list* per la stima dell'esposizione lavorativa a movimenti e sforzi ripetuti degli arti superiori. *Med Lav* 2000; *91*: 470-485