

PRODUZIONE DI FONDI IN POLIURETANO PER CALZATURE: RISCHIO DA MOVIMENTI RIPETUTI AGLI ARTI SUPERIORI

A. Carella, U. Caselli, G. Papa

INAIL - Direzione Regionale Marche - Consulenza Tecnica Accertamento Rischi e Prevenzione

RIASSUNTO

E' stata condotta la valutazione del rischio da sovraccarico biomeccanico agli arti superiori, tramite l'utilizzo della check-list OCRA, nell'ambito del settore della produzione dei fondi in poliuretano per calzature, attività ampiamente presente sul territorio marchigiano. In particolare sono state analizzate le principali fasi di lavoro caratterizzanti il settore produttivo in esame, quali l'estrazione manuale dei fondi dagli stampi della giostra di stampaggio, la rifilatura delle soles in poliuretano, la verniciatura a catena ed il confezionamento. I risultati ottenuti palesano un rischio variabile, ma nella peggiore delle ipotesi (produttività massima, con adibizione dell'operatore alla singola attività per l'intero turno di lavoro giornaliero) di media entità. In particolare l'estrazione dei fondi dagli stampi e la successiva operazione di rifilatura degli stessi comportano un rischio di media entità a carico di entrambi gli arti superiori, mentre le attività di verniciatura a catena e confezionamento, sottintendono l'esposizione a rischio di entità compresa fra molto lieve e media.

SUMMARY

The study reports the results of investigation regarding risk associated with biomechanical overload of the upper limbs in shoe factory workers and in particular in the same factories which producing polyurethane soles. Risk assessment using the OCRA check-list, regards four main tasks: to extract sole from press, to trim sole, sole painting and packaging. The values obtained show different risk levels and moderate risk if the worst comes to the worst. Specifically to extract sole from press and trim sole, causes moderate risk, while sole painting and packaging induces low/moderate risk.

1. INTRODUZIONE

Il comparto produttivo della Regione Marche è caratterizzato prevalentemente da una fiorente distribuzione di piccole e medie aziende che operano in particolari settori. Tra questi una delle realtà produttive di maggior impatto a livello regionale è senza dubbio quella calzaturiera che tende a concentrarsi in alcuni particolari distretti produttivi come quelli nelle province di Fermo, Macerata e Ascoli Piceno. Nei suddetti contesti territoriali si sono sviluppate aziende che si dedicano alla realizzazione di articoli e/o accessori per le calzature come per esempio, la lavorazione delle pelli e/o delle tomaie, la realizzazione di guardioli, soles, fibbie... ecc. In questo studio abbiamo voluto focalizzare la nostra attenzione su alcune aziende del territorio marchigiano che effettuano la produzione di fondi in poliuretano, ovvero delle soles in poliuretano, per le calzature.

La produzione dei fondi in poliuretano avviene attraverso il seguente ciclo produttivo:

- *Formulazione materie prime* - questa fase prevede la preparazione delle miscele del prepoliuretano isocianico e della resina di poliolo.
- *Stampaggio fondi in PU* - le materie prime vengono trasferite in serbatoi di stoccaggio adiacenti alle macchine di stampaggio dette comunemente "giostre". Le macchine per lo stampaggio prelevano i due reagenti separatamente, secondo rapporti stechiometrici, convogliandoli alla testa di colatura dove vengono miscelati e colati all'interno degli stampi, così come riportato nella figura 1. Gli stampi, costituiti da due semigusci in alluminio posti sul piano ruotante della giostra di stampaggio, si chiudono ermeticamente dopo la colata facendo avvenire la reazione di poliaddizione (gli stampi vengono mantenuti ad una temperatura di circa 40-60°C). Durante il processo di stampaggio, che richiede mediamente circa 3-5 minuti, l'intero stampo viene trasportato lungo tutta la giostra. Dopo $\frac{3}{4}$ di giro il semiguscio superiore dello stampo viene aperto automaticamente e la suola, già formata ma ancora calda, viene estratta o manualmente, l'operatore le afferra tramite dei ganci e le attira a sé (come risulta dalla figura 2) oppure si avvale di una trapano estrattore pneumatico (in funzione anche delle dimensioni e/o forme della suola prodotta), o in modo automatico mediante dei robots. In alcuni casi l'operatore, prima che avvenga la successiva fase di colata, pulisce manualmente lo stampo, avvalendosi di una spazzola, spruzzando poi degli agenti distaccanti e inserendo delle lamine metalliche.
- *Rifilatura suole* - il semilavorato estratto dagli stampi presenta generalmente delle bave di colatura che vengono rimosse tramite macchine semiautomatiche dette rifilatrici (questa attività in alcuni casi, viene conferita a ditte terze).
- *Lavaggio suole* - le suole necessitano di una fase di sgrassaggio al fine di eliminare i residui siliconici dalla superficie così da permettere la buona riuscita della successiva fase di verniciatura. Per tale processo detto di "lavaggio", vengono utilizzate macchine a circuito chiuso che prevedono l'uso di tetracloroetilene: le suole vengono caricate nella macchina mediante ceste e dopo un certo numero di lavaggi vengono asciugate e scaricate.
- *Verniciatura suole* - la colorazione delle suole viene ottenuta mediante impianti di verniciatura a spruzzo su macchine automatiche. Questo processo prevede una fase di caricamento delle suole (l'operatore inserisce le suole su ganci in movimento che ne permettono il trasporto), la verniciatura (le suole vengono trasportate automaticamente all'interno di cabine di verniciatura) e l'asciugatura (dopo la verniciatura le suole passano attraverso un tunnel riscaldato al fine di far evaporare i solventi).
- *Confezionamento* - alla fine del ciclo di verniciatura un operatore estrae manualmente le suole dai ganci e li confeziona in box di cartone per poi avviarli allo stoccaggio in magazzino ed alla successiva fase di spedizione.



Figura 1: Stampaggio



Figura 2: Estrazione manuale con gancio

2. MATERIALI E METODI

Le patologie muscolo-scheletriche degli arti superiori lavoro correlate, note come UL-WMSDs (*Work related Musculo Skeletal Disorders of the Upper Limbs*) o con vari e più generali acronimi quali CTD (*Cumulative Trauma Disorders*), RSI (*Ripetitive Strain Injuries*) e definite anche da sforzi e movimenti ripetuti o da sovraccarico biomeccanico agli arti superiori, sono rappresentate da alterazioni delle unità muscolo-tendinee, dei nervi periferici e del sistema vascolare degli arti superiori. Presentano una genesi plurifattoriale essendo tra l'altro ricollegabili a sesso ed età, traumatismi pregressi, patologie dismetaboliche e reumatiche e ad attività varie come quelle espletate in ambito occupazionale, domestico e ricreativo.

Specificatamente per quanto concerne i fattori occupazionali è possibile considerare l'effettuazione di movimenti ripetitivi, il mantenimento di elevate frequenze di lavoro unitamente a tempi di recupero non sufficientemente estesi, l'applicazione di forza, l'assunzione di posizioni incongrue a carico dei vari distretti articolari degli arti superiori, l'esposizione a vibrazioni indotte al sistema mano-braccio, oltre che altri fattori quali l'utilizzo di DPI inadeguati, l'esposizione a freddo, ecc. Alla luce della numerosità dei fattori verosimilmente implicati nell'eziologia delle UL-WMSDs, l'esposizione al rischio in base agli attuali orientamenti viene valutata tramite un approccio multifattoriale, che prende in considerazione vari e possibili determinanti di carattere lavorativo/organizzativo. Differenti sono i metodi valutativi indicati dalla letteratura tecnica, fra i quali il RULA (*Rapid Upper-Limb Assessment*), lo Strain Index, la check-list OSHA (*Occupational Safety and Health Administration*), l'HAL dell'ACGIH (*American Conference of the Governmental Industrial Hygienists*) e l'indice OCRA (*Occupational Repetitive Actions*) con la relativa check-list.

Proprio questo ultimo prende origine dalla necessità di valutare in modo integrato il contributo dei principali fattori di rischio lavorativo identificati e rappresentati da durata del compito analizzato, frequenza di azioni svolte nell'unità di tempo, forza applicata, eventuale assunzione di posture incongrue a carico dei vari distretti articolari dell'arto superiore, presenza o meno di periodi di recupero e fattori complementari (esposizione a vibrazioni, freddo, uso di DPI inadeguati, ecc.), al fine di pervenire alla definizione di un indice sintetico.

Rispetto agli altri metodi proposti, l'OCRA (e la relativa check-list) prende in considerazione un maggior numero di fattori di rischio, non effettua alcuna discriminazione circa il peso assegnato a ciascuno al fine del calcolo dell'indice di rischio complessivo e rende possibile la ponderazione del rischio nel caso in cui l'operatore ricopra più postazioni nel turno di lavoro giornaliero. Mentre l'OCRA rappresenta un metodo esaustivo che consente la puntuale quantificazione dei determinanti del rischio postulati, la check-list OCRA può essere considerata al pari di uno strumento sufficientemente rappresentativo della valutazione del rischio da UL-WMSDs, ma allo stesso tempo flessibile e di facile impiego. Difatti, sottintende la possibilità di procedere a mappature del rischio anche in realtà industriali di notevoli dimensioni, permettendo in tempi relativamente rapidi e con uso di strumentazione affatto sofisticata, il monitoraggio di un numero anche consistente di postazioni lavorative. I risultati ottenuti tramite l'applicazione della check-list OCRA, vengono messi in correlazione con i valori dell'indice OCRA in fasce differenziate (Tabella 1).

Tabella 1: **Punteggi check-list e fasce di rischio**

Punteggi check-list	Fascia	Rischio
5.1 < IR < 7.5	Verde	Accettabile
7.6 < IR < 11	Gialla	Bordline o molto lieve
11.1 < IR < 14	Rossa lieve	Lieve
14.1 < IR < 22.5	Rossa media	Medio
IR > 22.6	Viola	Alto

E' stata portata a termine una valutazione del rischio da movimenti ripetuti agli arti superiori, nell'ambito del settore della produzione di fondi in poliuretano per calzature, ampiamente diffuso sul territorio marchigiano ed alla luce del fatto che in letteratura non risultano essere disponibili indagini e dati specifici per il comparto in esame.

Tramite l'utilizzo della check-list OCRA e grazie alla collaborazione di alcune aziende del settore, sono state valutate le seguenti fasi di lavoro, comuni comunque a tutte le aziende del settore:

- estrazione dei fondi dagli stampi della giostra di stampaggio;
- rifilatura;
- verniciatura a catena;
- confezionamento.

La valutazione è stata condotta considerando la condizione di lavoro maggiormente inficiante: ovvero, presupponendo una adibizione dell'operatore a ciascuna delle 4 postazioni monitorate per l'intera durata del turno di lavoro giornaliero, anche se una simile condizione di lavoro non sempre corrisponde alla situazione reale. Infatti si deve sempre tener conto che il settore studiato è caratterizzato dalla presenza di aziende di medie-piccole dimensioni la cui attività lavorativa giornaliera può subire delle variazioni, anche notevoli, in base alle specifiche esigenze produttive del momento. Per quanto riguarda l'orario di lavoro giornaliero si deve sottolineare come l'attività di stampaggio, e quindi anche la fase di estrazione dei fondi dagli stampi, viene condotta su tre turni giornalieri (generalmente 06,00-14,00; 14,00-22,00 e 22,00-6,00) con delle pause che vengono fatte a rotazione tra i vari addetti dello stesso turno. Mentre per le altre mansioni/attività (rifilatura soles, verniciatura...ecc.) l'attività giornaliera è sempre imperniata sulle 8 ore con pausa pranzo e comunque gli operatori possono effettuare a loro discernimento, delle pause durante l'attività, senza che le stesse debbano essere rigidamente prefissate.

3. RISULTATI

Per quanto concerne l'estrusione dei fondi dagli stampi della giostra di stampaggio è stata valutata la sola attività di estrazione manuale dei fondi, non considerando l'applicazione del distaccante a base siliconica negli stampi stessi, l'inserimento di inserti e lamine per la realizzazione di fondi particolari e l'estrusione dei fondi con uso di trapano pneumatico estrattore. Difatti, per tutte queste altre attività, risulta arduo procedere ad una identificazione e quantificazione sufficientemente puntuale della tempistica di adibizione giornaliera, caratterizzata al contrario da una variabilità anche significativa in base alle esigenze produttive. La situazione di lavoro maggiormente inficiante sottintende per circa 5-6 mesi l'anno, l'estrusione di 2300-2700 paia di fondi per turno (anche se il numero può ridursi fino a 1500 paia/turno nel caso di fondi che comportano l'inserimento di inserti e lamine); nei rimanenti mesi dell'anno, la produttività risulta essere pari all'incirca alla metà del dato sopra indicato. Allo scopo viene adoperato un utensile metallico paragonabile ad un gancio, che permette di estrarre il fondo dallo stampo. La valutazione tramite la check-list OCRA denota a seguito delle condizioni di lavoro maggiormente inficanti, un rischio da sovraccarico biomeccanico agli arti superiori con indici compresi fra 21.5 e 18.0, rispettivamente a carico dell'arto superiore dominante e di quello non dominante, attestanti un rischio in entrambi i casi, di entità media. Tali livelli di rischio sono giustificati dalla necessità di assumere e mantenere seguendo tempistiche anche significative, posture incongrue a livello delle articolazioni delle mani/dita, per gran parte dell'orario di lavoro, dalla presenza di stereotipia e dal-

l'obbligo di effettuare movimenti a strappo nell'atto di estrarre il fondo dallo stampo. Nei 6 mesi dell'anno durante i quali la produttività risulta essere all'incirca dimezzata, è possibile ipotizzare un rischio di entità medio/lieve.

Relativamente all'attività di rifilatura manuale dei fondi attuata tramite l'utilizzo di un apposito macchinario, ipotizzando la lavorazione di circa 2000 paia di fondi al turno, sono stati stimati indici pari a 17.5 a carico di entrambi gli arti superiori, attestanti l'esposizione a rischio di entità media. Tale risultato si giustifica anche in questo caso dalla necessità di assumere e mantenere per tempi prolungati, posture incongrue a livello dei distretti articolari della mani/dita e dalla presenza di stereotipia. Ipotizzando una adibizione alla suddetta attività pari all'incirca a metà del turno di lavoro giornaliero (nei mesi dell'anno caratterizzati da una minore produttività), è possibile stimare una esposizione di lieve entità.

L'attività di verniciatura a catena, comporta che l'operatore prenda ogni singolo fondo da un cesto attiguo al macchinario e lo inserisca nell'apposito alloggiamento della catena; la produttività massima risulta esser pari a 5000 paia di fondi al turno. Gli indici stimati risultano essere pari a 12.0 e 9.0 rispettivamente per l'arto superiore dominante e quello non dominante, attestanti un rischio di entità lieve e molto lieve. L'unico fattore di rischio fra quelli considerati che assume un valore particolarmente inficiante risulta essere l'assunzione ed il mantenimento di posture incongrue a carico del gomito dell'arto dominante ed a livello del distretto articolare mani/dita, per l'arto non dominante; anche in questo caso è da sottolineare la presenza di una significativa stereotipia. Ipotizzando una adibizione giornaliera alla suddetta attività pari all'incirca alla metà di quella considerata (nei mesi dell'anno caratterizzati da una minore produttività), si evidenzerebbe un rischio di entità accettabile/molto lieve.

La valutazione dell'attività di confezionamento di circa 6000 paia di fondi a turno, ha permesso di stimare indici pari a 13.0 ed 8.0 rispettivamente a carico dell'arto superiore dominante e di quello non dominante, attestanti un rischio di entità media e molto lieve. L'elevata frequenza nell'esecuzione delle azioni da parte degli arti superiori, unitamente all'assunzione e mantenimento di posture incongrue a carico del distretto articolare mano/dita, giustifica l'entità del rischio evidenziata. Con una adibizione dimezzata, si avrebbe un rischio di entità accettabile/molto lieve.

Nella Tabella 2 vengono illustrati per ciascuna attività esaminata, i relativi indici e l'entità del rischio a carico di entrambi gli arti (dominate e non), relativamente alla situazione produttiva maggiormente inficiante (5-6 mesi l'anno).

Tabella 2: **Indici di rischio**

ATTIVITA	INDICE (CHECK-LIST OCRA)	RISCHIO
Estrazione fondi (suole)	21.5-18.0	medio
Rifilatura fondi (suole)	17.5	medio
Verniciatura a catena	12.0-9.0	lieve/molto lieve
Confezionamento fondi (suole)	13.0-8.0	medio/molto lieve

4. CONCLUSIONI

Il lavoro portato a termine, lungi dall'essere esaustivo, si propone comunque di fornire un quadro sufficientemente indicativo dei rischi da movimenti ripetuti agli arti superiori nel settore della produzione di fondi in poliuretano per calzature, relativamente ad alcune fasi di lavoro tipiche (estrazione dei fondi dagli stampi della giostra di stampaggio, rifilatura, verniciatura in catena e confezionamento degli stessi). Le fasi di lavoro prese in considerazione, palesano un rischio variabile, ma nella peggiore delle ipotesi (produttività massima, con adibizione dell'operatore alla singola attività per l'intero turno di lavoro giornaliero) di media entità. In particolare l'estrazione dei fondi dagli stampi e la successiva operazione di rifilatura degli stessi comportano un rischio di media entità a carico di entrambi gli arti superiori, mentre le attività di verniciatura a catena e confezionamento, sottintendono l'esposizione a rischio di entità compresa fra molto lieve e medio. Al fine di pervenire ad un abbattimento del rischio per gli operatori del settore, tralasciando certamente ipotesi di riprogettazione più o meno spinta delle postazioni di lavoro e di sostituzione dei macchinari e degli utensili adoperati, poco attuabili nella realtà delle imprese di medio-piccole dimensioni (se non piccolissime) che caratterizzano il settore, risulterebbe auspicabile in prima analisi, l'effettuazione della rotazione dei lavoratori su diverse postazioni, nell'arco dello stesso turno di lavoro giornaliero. In questo modo senza nulla togliere alle esigenze produttive delle aziende e senza determinare alcun significativo costo aggiuntivo a carico delle stesse, si potrebbe pervenire ad una riduzione del rischio a carico dei singoli operatori, per lo meno nell'arco dei 5-6 mesi l'anno, caratterizzati da una produttività maggiore.

RINGRAZIAMENTI

Si ringrazia per la collaborazione i SPSAL - Servizio di Prevenzione e Sicurezza negli Ambienti di Lavoro dell'Azienda Sanitaria Regionale delle Marche - Zone Territoriali n. 11 di Fermo e n.13 di Ascoli Piceno.

BIBLIOGRAFIA

D. Colombini, E. Occhipinti, S. Cairoli, A. Baracco: 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, 5: 470-485.

D. Colombini, E. Occhipinti, S. Cairoli, N. Battevi, O. Menoni, M.G. Ricci, C. Sferra, A. balletta, E. Berlingò, F. Draicchio, S. Palmi, A. Papale, G. Di Loreto, P.G. Barbieri, M. Martinelli, E. Ventury, G. Molteni, G. De Vito, A. Greco: Le affezioni muscolo-scheletriche degli arti superiori ed inferiori come patologie professionali: quali e a quali condizioni. Documento di Consenso di un gruppo di lavoro nazionale. *Med Lav* 2003; 94, 3: 312-329.

D. Colombini, E. Occhipinti: 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-WMSDs) in popolazioni lavorative esposte a movimenti e sforzi ripetuti degli arti superiori. *Med Lav* 2004; 95, 4: 305-319.

P. Apostoli, E. Sala, A. Gullino, C. Romano: Analisi comparata dell'applicazione di quattro metodi per la valutazione del rischio biomeccanico per l'arto superiore. *G Ital Med lav Erg* 2004; 26:3, 223-241.