



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA



DIPARTIMENTO DI
INGEGNERIA
DELL'INFORMAZIONE

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA
DELL'INFORMAZIONE
CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA BIOMEDICA

*Rischi da sovraccarico biomeccanico:
valutazioni Occupational Repetitive Action e
contromisure*

*relatore:
Chiar.mo Prof. Piero Pavan*

*laureando:
Carlo Cirillo*

ANNO ACCADEMICO 2021–2022

Data di laurea 07-03-2022

INDICE

INDICE.....	2
SOMMARIO.....	4
INTRODUZIONE.....	5
CAPITOLO 1.....	6
ERGONOMIA.....	6
1.1 Definizione di ergonomia	6
1.2 Cenni storici	7
1.3 Normative in vigore	7
CAPITOLO 2.....	9
PATOLOGIE LAVORO-CORRELATE.....	9
2.1 Panoramica delle UL-WMSDs.....	9
2.2 Malattie tabellate e non tabellate	11
2.3 Contesto italiano	13
CAPITOLO 3.....	14
VALUTAZIONE DEI RISCHI E ANALISI DELL'ESPOSIZIONE A MOVIMENTI RIPETITIVI	14
3.1 Rischio da sovraccarico biomeccanico.....	14
3.2 Fattori di rischio lavorativo e analisi del lavoro	15
3.3 Tempo netto di lavoro ripetitivo	17
CAPITOLO 4.....	18
METODO E INDICE OCRA	18
4.1 Metodo OCRA e modello di calcolo	18
4.2 Classificazione rischi	19
CAPITOLO 5.....	21
CALCOLO DEI FATTORI CHE COSTITUISCONO L'INDICE OCRA.....	21
5.1 Frequenza di azione (F).....	21
5.1.1 Esempio del calcolo della frequenza di azione	23
5.2 Moltiplicatore per la forza (F _{oM})	24
5.3 Moltiplicatore per la postura (PoM)	26
5.3.1 Articolazione scapolo omerale	27
5.3.2 Articolazione del gomito.....	28

5.3.3	Articolazione del polso	29
5.3.4	Articolazione della mano	29
5.4	Moltiplicatore per la stereotipia (ReM)	30
5.5	Moltiplicatore per la presenza di fattori complementari (AdM)	30
5.6	Moltiplicatore per il fattore dei tempi di recupero (RcM)	31
5.7	Moltiplicatore per la durata complessiva del lavoro ripetitivo (DuM)	32
CAPITOLO 6.....		33
MISURE DI PREVENZIONE: RIPROGETTAZIONE DEL LAVORO		33
6.1	Concetti generali.....	33
6.2	Interventi strutturali	33
6.2.1	Miglioramento fattore posturale.....	33
6.2.2	Miglioramento del fattore di forza	38
6.3	Interventi strutturali	40
6.3.1	Miglioramento della frequenza di azioni tecniche	40
6.3.2	Miglioramento dei tempi di recupero	40
CAPITOLO 7.....		41
CASO STUDIO: APPLICAZIONE PRATICA DELL'INDICE OCRA ERIPROGETTAZIONE DELLE STAZIONI DI LAVORO		41
7.1	Introduzione	41
7.2	Indici OCRA	41
7.3	Riduzione indice OCRA.....	42
7.3.1	Ridistribuzione dei periodi di recupero	42
7.3.2	Riprogettazione del lavoro sulle stazioni 7, 9, e 13	44
7.3.2.1	Stazioni 7 e 13	45
7.3.2.2	Stazione 9	45
7.4	Analisi OCRA conclusiva.....	46
CONCLUSIONI		47
Tabella OCRA 7.8		48
Tabella OCRA 7.9		49
Tabella OCRA 7.10		50
Tabella OCRA 7.11		51
Tabella OCRA 7.12		52
Tabella OCRA 7.13		53
BIBLIOGRAFIA		54
SITI CONSULTATI.....		56

SOMMARIO

Attualmente il tema delle patologie derivanti da condizioni non ottimali sul luogo di lavoro è sempre più discusso. In Italia infatti solo nel 2020 si stimano un elenco di oltre 45.023 denunce di malattie professionali, al cui primo posto si trovano quelle relative al sistema osteo-muscolare e al tessuto connettivo.

Le movimentazioni ripetute di carichi possono causare dolori e limitazioni funzionali, accompagnati da disturbi muscolo-scheletrici che possono perdurare nel tempo, con conseguenti danni sociali a carico del lavoratore, ed economici a carico dell'azienda in cui lavora. A tal proposito, l'ergonomia si erge a disciplina scientifica atta a trattare e risolvere problemi relativi alla progettazione degli ambienti di lavoro, al fine di prevenire le avversità sopracitate.

Il presente studio si inserisce in un progetto di collaborazione tra l'Università Degli Studi di Padova e lo Studio Sicurezza Del Lavoro & Ambiente di Pordenone, con lo scopo di valutare, tramite l'indice OCRA, i rischi da sovraccarico biomeccanico presenti in un luogo di lavoro e proporre contromisure mirate a diminuirli.

Dapprima dunque sono stati analizzati i pericoli e gli indici di rischio delle postazioni di lavoro di un'azienda preposta alla costruzione di pianoforti, e nei casi in cui sono stati rilevati rischi non trascurabili, si è ideata una riprogettazione dalla stazione.

INTRODUZIONE

Il tema dei disturbi muscolo-scheletrici rappresenta un problema sempre più ingente, soprattutto in quegli ambienti di lavoro in cui le mansioni richiedono una movimentazione ripetuta degli arti superiori. I dati dell'INAIL (Istituto Nazionale per l'Assicurazione contro gli Infortuni sul lavoro) dimostrano come questi disturbi primeggino tra le cause di infortuni sul lavoro, il che è indice di quanto l'argomento sia delicato. Infatti rappresenta non solo un problema per i dipendenti che si trovano costretti a convivere con dei malesseri fisici, che possono talvolta richiedere trattamenti medici, ma anche per le aziende che si vedono ridurre drasticamente l'efficienza della produzione.

Questo tipo di patologie, sono definite 'lavoro-correlate' e in particolare vengono descritte con il termine "Work related musculoskeletal Disorders" (WMSDs), il che sta a indicare che nella loro genesi il lavoro rappresenta la causa principale; a questo termine, nel caso di disturbi relativi agli arti superiori preso in esame, si associa il prefisso UL (Upper Limbs), a connotare la specifica area anatomica (arto superiore).

Sono svariati i settori lavorativi in cui queste patologie trovano ampia incidenza, partendo per esempio dalle industrie metalmeccaniche, fino ai lavori in edilizia o alle lavorazioni di materiali come il marmo, passando per mansioni riguardanti la movimentazione dei carichi per magazzinaggio. Appare dunque evidente come sia vasta la gamma di lavoratori che potenzialmente sono esposti a WMSDs. Con determinati accorgimenti, basati su valutazioni OCRA, e con l'applicazione delle normative che vigono in materia di sicurezza e salute, è possibile prevenire questi rischi o quanto meno minimizzarli. In particolare, è a partire dal decreto 81/08 che vengono stabilite delle specifiche riguardanti un idoneo svolgimento delle mansioni e vengono redatti gli obblighi del datore di lavoro al fine di prevenire infortuni.

CAPITOLO 1

ERGONOMIA

1.1 Definizione di ergonomia

Il termine *ergonomia* ha origine dal greco “érgon” (lavoro) e “nòmos” (legge) ed è la disciplina scientifica volta allo studio delle interazioni tra gli elementi che caratterizzano un sistema di lavoro:

uomo, inteso come lavoratore che svolge un determinato compito sia fisico che cognitivo;

macchina, identificata come apparecchiatura o strumento utilizzato per svolgere la mansione assegnata o per contenere informazioni;

ambiente, che concerne tutte le caratteristiche del luogo in cui si svolgono i compiti.

L’ergonomia ha come fine ultimo quello di migliorare l’efficienza dell’ambiente e nel contempo salvaguardare la sicurezza e la salute degli operatori, promuovendone il benessere. Non si cura soltanto, quindi, dell’organizzazione di una postazione di lavoro ma gestisce anche la modalità di svolgimento delle mansioni e riduce al minimo lo stress psico-fisico. Pertanto appare chiaro come per un’azienda ridurre il rischio ergonomico non rappresenti un costo ma un investimento.

L’approccio deve essere basato su tre principi fondamentali:

- adozione di provvedimenti atti a migliorare l’ambiente di lavoro e il modo in cui la mansione viene eseguita.
- studio interdisciplinare della progettazione della postazione di lavoro, intrecciando conoscenze ingegneristiche, biomediche, psicologiche, anatomiche e sociali;
- considerazione dell’interazione tra gli operatori e le soluzioni ergonomiche studiate, con una conseguente attenzione all’effetto che le prestazioni dell’oggetto provocano sull’uomo.

1.2 Cenni storici

Nel 1989 la CEE (Commissione Economica Europea) si prestava ad adottare la direttiva n°391, riguardante l'attuazione di precauzioni volte a sostenere il miglioramento della salute e della sicurezza durante il lavoro. Essa fu l'embrione da cui nacquero tutte le direttive successive. Una di queste nel 1990, fu la n°269, che prendeva in esame la movimentazione manuale dei carichi e ne prescriveva gli accorgimenti minimi per la salute e la sicurezza dell'operatore. Dopo di essa, altre Direttive vennero stilate nel Decreto n°626 del 1994, il quale fece da spartiacque tra un'era in cui la prevenzione risultava essere passiva e materia degli organi di vigilanza, a una in cui i rischi sul luogo di lavoro iniziarono a essere analizzati e minimizzati dal datore di lavoro. Successivamente, venne introdotto il decreto legislativo 81/08 che è attualmente in vigore, in cui il concetto di ergonomia gioca un ruolo fondamentale.

1.3 Normative in vigore

In Italia, dunque, non esistono norme specifiche che riguardino la prevenzione delle patologie causate da movimentazioni ripetute di carichi a spese degli arti superiori.

È d'uopo rifarsi a norme concernenti la tutela della sicurezza e della salute dei lavoratori in generale, in un ambiente di lavoro. Il decreto legislativo 81/08 disciplina nello specifico le misure di tutela che il datore di lavoro deve attuare per prevenire disordini di questo tipo.

Si legge in particolare, nell'articolo 15 comma 1, lettera d), che una delle misure di tutela è “il rispetto dei principi ergonomici nell'organizzazione del lavoro, nella concezione dei posti di lavoro, nella scelta delle attrezzature e nella definizione dei metodi di lavoro e produzione, in particolare al fine di ridurre gli effetti sulla salute del lavoro monotono e di quello ripetitivo”.

Continuando con una breve analisi del Decreto, si nota come nell'articolo 17 vengano presi in considerazione gli obblighi a carico del datore, tra i quali emerge quello legato alla valutazione dei rischi in generale, rispondendo ai principi dell'ergonomia. In particolare, il titolo VI che riguarda la movimentazione manuale dei carichi, esplicita come il datore di lavoro debba stilare un progetto atto ad ottenere la miglior minimizzazione dei rischi possibile (articolo 186, comma 1, 2 e 3).

In aggiunta, nel 2006, furono redatte delle norme indirizzate alla prevenzione di patologie lavoro-correlate. Prese vita la Direttiva Macchine 2006/42/CE con lo scopo di fornire criteri su cui devono basarsi la fabbricazione e l'utilizzo delle macchine al fine di ridurre al minimo il rischio di insorgenza di malattie professionali. Queste norme stabiliscono le specifiche tecniche che la

progettazione di un macchinario deve seguire per conformarsi alle caratteristiche richieste dall'UE, in modo da rendere il prodotto commercializzabile nel mercato europeo, preservando la tutela della salute degli operatori.

Di seguito sono elencate alcune norme in vigore, correlate alla Direttiva Macchine, inerenti alla prevenzione delle patologie sin qui discusse:

- UNI EN 614-2-2009: norma riguardante i principi ergonomici e i procedimenti da seguire durante la progettazione di un macchinario.
- UNI EN ISO 7250-1:2017: norma concernente le dimensioni antropometriche da prendere in considerazione durante la progettazione; si lega alle norme EN 547(-1)(-2)(-3), le quali stabiliscono le dovute misure per l'accesso alle postazioni di lavoro delle macchine.
- UNI EN 1005-1-2009, 1005-2-2009, 1005-3-2009: norme che presentano una guida per i fabbricanti di macchinari riguardo rispettivamente
 - 1005-1-2009 le forze limite da poter applicare nell'utilizzo del prodotto evitando infortuni;
 - 1005-2-2009 la valutazione delle posture idonee per evitare disturbi muscolo-scheletrici;
 - 1005-3-2009 la disamina dei rischi dovuti a movimentazione ripetitiva nell'utilizzo del macchinario.

CAPITOLO 2

PATOLOGIE LAVORO-CORRELATE

2.1 Panoramica delle UL-WMSDs

Come introdotto nel Capitolo 1, le patologie prese in considerazione in questo elaborato, vengono identificate con il termine UL-WMSDs, e racchiudono tutti i disturbi muscolo-scheletrici riguardanti gli arti superiori che possono essere riscontrati in ambienti di lavoro.

Queste malattie professionali, sono causate da una condizione di iperuso dell'articolazione, il che può portare a due tipi di infortunio:

- infiammazione dei tendini e dei legamenti: i tendini sono composti di tessuto connettivo fibroso, e tramite essi i muscoli si congiungono alle ossa. In risposta alla contrazione muscolare, scorrono all'interno delle guaine tendinee, lubrificati dal liquido sinoviale. Questo liquido però, può tardare a rigenerarsi in caso di movimenti ripetitivi senza pause, il che comporta dell'attrito tra i tendini e la guaina che li ricopre, sfociando poi in un dolore locale esacerbato nel momento in cui l'articolazione presa in causa viene sforzata nuovamente. La tendinopatia della cuffia dei rotatori ne è un esempio.
- sindromi canalicolari periferiche o neuropatie da intrappolamento: sono disturbi la cui eziopatogenesi è esplicitata nel nome stesso. Essi infatti sono dovuti alla compressione o infiammazione dei nervi periferici contro i "canali anatomici" in cui essi passano. La più comune sindrome di questa categoria, è quella del tunnel carpale.

Nella tabella 2.1, vediamo i disturbi muscolo-scheletrici relativi agli arti superiori più frequenti, considerando le patologie suddivise per le aree anatomiche più colpite: spalla, gomito e il binomio polso-mano.

PATOLOGIE MUSCOLO-SCHELETRICHE DERIVANTI DA SOVRACCARICOBIOMECCANCIO

1. INFIAMMAZIONI DEI TENDINI O DEI LEGAMENTI

Spalla	Tendinite del sovraspinoso
	Tendinite del capolungo
	Tendinite calcifica (morbo di Duplay)
	Borsite
Gomito	Epicondilite laterale
	Borsite olecranica
	Tendinopatia dell'inserzione distale del tricipite
	Epitrocleeite (epicondilite mediale)
Polso e mano	Tendinite e tenosinovite dei muscoli flessori ed estensori
	Dito a scatto
	Malattia di De Quervain
	Cisti tendinee

2. SINDROMI CANALICOLARI PERIFERICHE

Sindrome del canale di Guyon

Sindrome del tunnel cubitale

Sindrome del tunnel carpale

Sindrome del pronatore rotondo

Sindrome dello stretto toracico

Tabella 2.1 - elenco dei disturbi muscolo-scheletrici degli arti superiori più comuni

È interessante poi analizzare nella tabella 2.2, l'eziopatogenesi di questi disturbi, andando a considerare i principali fattori di rischio extralavorativi (individuali), e fattori di rischio professionali (lavorativi).

FATTORI DI RISCHIO	
a. Professionali	b. Individuali
Entità del carico	Età
Disergonomia degli strumenti	Sesso
Modalità di movimentazione	Struttura antropometrica
Aspetti psichici, sociali ed organizzativi	Traumi e fratture
Movimenti ripetitivi	Attività tempo libero
Alta frequenza e velocità	Stato ormonale
Uso di forza	Condizione psicologica
Posizioni incongrue	Fumo di sigaretta
Recupero insufficiente	Patologie croniche
Vibrazioni	
Compressione strutture anatomiche	
Esposizione al freddo	
Ritmi imposti	
Uso di guanti	

Tabella 2.2 elenco dei principali fattori causanti malattie professionali degli arti superiori

2.2 Malattie tabellate e non tabellate

Prima di proseguire con la situazione italiana riguardante l'argomento delle UL-WMSDs, è opportuno soffermarsi sulla differenza tra malattie tabellate e non tabellate (tabelle presenti nel DPR n.1124/1965). Sorge la necessità di fare questa distinzione, nel momento in cui l'INAIL, attraverso prestazioni di tipo economico, si presta a risarcire i disagi causati dalle malattie professionali ai lavoratori. Diventa dunque inevitabile porre l'attenzione non tanto sul tipo di malattie che rientrano nell'una o nell'altra categoria, quanto nel modo in cui è tenuto a comportarsi burocraticamente un lavoratore che richiede l'indennizzo:

- malattie tabellate: al lavoratore affetto da un disturbo presente nella tabella fornita dal DPR n. 1124/1965, non è richiesto l'onere di dimostrare l'origine della sua malattia, ma solo la presenza di essa;
- malattie non tabellate: per ottenere l'indennizzo INAIL, il lavoratore deve dimostrare un nesso causale tra la mansione svolta e la patologia riscontrata.

L'innovazione sotto tale aspetto, si ha con il decreto emanato dal ministero del lavoro e della previdenza sociale del 9 aprile 2008: questa norma ha aggiornato le tabelle riguardanti le malattie professionali, inserendo quelle muscolo-scheletriche causate da sollecitazioni biomeccaniche. Attualmente dunque, al lavoratore basta mostrare di aver effettuato una delle lavorazioni descritte nella tabella dell'INAIL per aver diritto all'indennizzo in caso di infortunio.

Analizzando quindi il DPR n. 1124/1965, nella tavola 2.3 sono riportate le malattie professionali tabellate relative al sovraccarico biomeccanico degli arti superiori.

Estratto delle Tabelle delle malattie professionali	
Malattie	Lavorazioni
a) Tendinite del sovraspinoso	Lavorazioni, svolte in modo non occasionale, che comportano a carico della spalla movimenti ripetuti, mantenimento prolungato di posture incongrue
b) Tendinite del capolungo bicipite	
c) Tendinite calcifica (morbo di Duplay)	
d) Borsite	
e) Epicondilite	Lavorazioni, svolte in modo non occasionale, che comportano movimenti ripetuti dell'avambraccio e/o azioni di presa della mano con uso di forza
f) Epitrocleite	
g) Borsite olecranica	Lavorazioni svolte, in modo non occasionale, che comportano movimenti ripetuti e/o azioni di presa e/o posture incongrue della mano e delle singole dita
h) Tendiniti e peritendiniti flessori/estensori (polso-dita)	Lavorazioni svolte, in modo non occasionale, che comportano movimenti ripetuti e/o azioni di presa e/o posture incongrue della mano e delle singole dita.
i) Sindrome di De Quervain	

1) Sindrome del tunnel carpale	Lavorazioni svolte, in modo non occasionale, che comportano movimenti ripetuti o prolungati del polso o di prensione della mano, mantenimento di posture incongrue, compressione prolungata o impatti ripetuti sulla regione del carpo.
--------------------------------	---

Tabella 2.3 estratto dalla tabella delle malattie professionali

2.3 Contesto italiano

Risulta interessante fare una panoramica generale della situazione italiana, analizzando i dati della tabella 2.3, in cui vediamo l'andamento delle denunce di malattie professionali dal 2016 al 2020. È importante però fare attenzione all'anno 2020, che risulta essere un anno poco rappresentativo per i confronti temporali, a causa dell'emergenza sanitaria scaturita dal COVID-19. Essa ha infatti influenzato le denunce di infortunio sul lavoro, visto che le sospensioni e le riprese delle attività hanno ridotto il rischio di esporsi a malattie professionali con la conseguenza che dal 2020 al 2021 sono state circa 10 mila in più le denunce protocollate dall'INAIL. Fatta tale premessa, ciò che rimane assolutamente rilevante, nonostante la pandemia, è che nel 2021 i disturbi osteo-muscolari e del tessuto connettivo primeggiano tra le malattie professionali denunciate con 36.163 casi, seguiti dalle patologie del sistema nervoso, con 6.337 casi, e dell'orecchio, con 3.614, costituendo così le tre cause più significative di infortunio sul luogo di lavoro.

	Anno				
	2016	2017	2018	2019	2020
Uomini	43.583	42.147	43.470	44.561	32.894
		-3.29%	+3.14%	+2.51%	-26.18%
Donne	16.635	15.848	15.991	16.640	12.061
		-4.73%	+0.90%	+4.06%	-27.52%
Totale	60.218	57.995	59.461	61.201	44.995
		-3.69%	+2.53%	+2.93%	-26.55%

Tabella 2.4 andamento delle denunce di malattie professionali dal 2016 al 2020

CAPITOLO 3

VALUTAZIONE DEI RISCHI E ANALISI DELL'ESPOSIZIONE A MOVIMENTI RIPETITIVI

3.1 Rischio da sovraccarico biomeccanico

Come esplicitato finora, le UL-WMSDs rappresentano un fattore minaccioso per la salute dei lavoratori che si trovano a svolgere mansioni richiedenti la movimentazione ripetuta degli arti superiori. Appare dunque utile il fatto che l'ente internazionale ISO (che si occupa di normetecniche riguardanti l'ergonomia), abbia redatto un documento applicativo (chiamato ISO Technical Report 12295 che si rifà alle norme ISO 11228-X) che fornisce al datore di lavoro, delle indicazioni pratiche per la valutazione del rischio, seguendo fondamentalmente quattro fasi:

- identificazione del rischio: questa fase segue la raccolta di segnalazioni di patologie lavoro-correlate tra quelle indicate nelle tabelle 2.2 e 2.3 del capitolo precedente;
- valutazione superficiale del rischio: nella norma UNI ISO 11228-3 viene consigliata la CheckList come metodo di valutazione, il quale però consente solo una stima del rischio e dunque non verrà preso in considerazione in questo progetto;
- valutazione specifica del rischio: sempre nella norma UNI ISO 11228-3 viene indicato come metodo migliore di valutazione, l'indice OCRA (OCcupational Repetitive Actions) e sarà quello che analizzeremo più nel dettaglio in questo elaborato.
- riduzione del rischio: l'ultima fase prevede dunque di attuare delle modifiche al fine di minimizzare il rischio di infortunio, talvolta coinvolgendo esperti per la riprogettazione dell'ambiente di lavoro.

In maniera più schematica, quindi, la norma UNI ISO 11228-3 fornisce una procedura da utilizzare per la valutazione del rischio a cui può essere soggetto chi svolge movimentazione manuale di carichi ad elevata frequenza (figura 3.1).

Il passo successivo alla valutazione della presenza di rischi, è analizzare da cosa possono dipendere questi rischi, focalizzandosi sulle azioni che il lavoratore svolge.

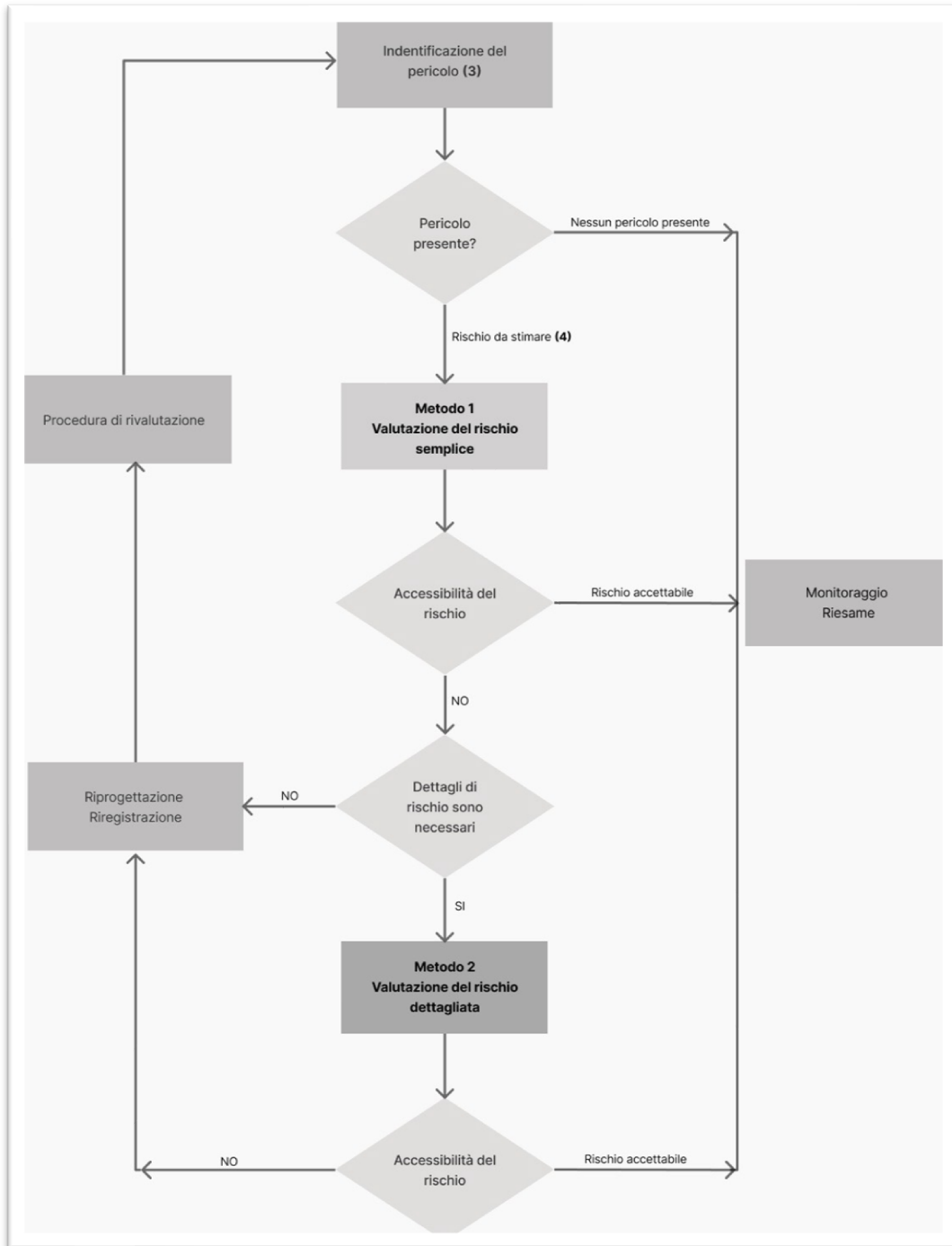


Figura 3.1: procedura per la valutazione dei rischi

3.2 Fattori di rischio lavorativo e analisi del lavoro

I fattori di rischio lavorativo che contribuiscono all'insorgere di UL-WMSDs, sono diversi e divaria natura, ma i principali sono i seguenti:

- alto numero di azioni ripetute ad elevata frequenza in un determinato intervallo di tempo;

- uso di forza eccessivo per l'esecuzione di azioni tecniche;
- posture e movimenti degli arti superiori incongrui nel momento in cui vengono svolte determinate azioni tecniche;
- recupero inadeguato nel periodo di lavoro, inteso come periodo di inutilizzo degli arti superiori;
- stereotipia, intesa come il ripetersi di azioni per parecchio tempo.
- fattori complementari.

Prima di procedere, risulta utile soffermarsi sull'analisi del lavoro, che passa per la descrizione delle singole fasi della lavorazione, distinguibili in:

- azioni tecniche: non va considerata come il singolo movimento, ma come l'insieme di azioni svolte da diversi distretti articolari al fine di eseguire una mansione elementare;
- cicli: sequenza di una o più azioni degli arti superiori che viene ripetuto sempre uguale a sé stessa più volte;
- compiti ripetitivi: compiti costituiti da cicli;
- attività lavorativa: mansione caratterizzata da uno o più compiti, ripetitivi o non ripetitivi.

Dunque al fine di studiare l'esposizione ad infortuni di un lavoratore a causa di movimenti ripetitivi degli arti superiori, è necessario individuare in maniera analitica i parametri presenti nella tabella 3.2.

ANALISI DEL LAVORO ORGANIZZATO	
1. Orario di lavoro	Inizio e fine del turno da contratto
	Orario effettivo di lavoro
2. Compiti lavorativi in un turno	Numero di compiti ripetitivi
	Numero di compiti non ripetitivi
	Durata in minuti dei compiti ripetitivi
	Durata in minuti dei compiti non ripetitivi
	Numero di compiti che non comportano in alcun modo azioni degli arti superiori
3. Pause	Pause contrattuali
	Pause fisiologiche
	Tempi di recupero (se pause oltre gli 8-10 min.)
4. Tempi di attesa	Non vano conteggiati i tempi di attesa di un macchinario

Tabella 3.2 - elenco dei parametri da considerare nell'analisi del lavoro

3.3 Tempo netto di lavoro ripetitivo

Assume dunque un significato fondamentale il concetto di tempo netto di lavoro ripetitivo, calcolato utilizzando i seguenti parametri:

- tempo occupato nello svolgere compiti non ripetitivi
- durata delle pause di almeno 8/10 minuti e ricorrenti nel turno
- minuti accumulati tra inizio e fine turno
- durata complessiva dei tempi passivi se considerati come periodi di recupero

Tutti questi fattori vanno sottratti alla durata effettiva del turno di lavoro, e si ottiene così il tempo netto di lavoro ripetitivo.

In particolare poi, si può calcolare il tempo netto di ciclo utilizzando un'ulteriore dato, ovvero il numero di pezzi il numero di cicli, con il seguente calcolo:

$$\text{Tempo netto di ciclo} = \frac{\text{Tempo netto di lavoro ripetitivo}}{\text{N}^\circ \text{ di pezzi}}$$

CAPITOLO 4

METODO E INDICE OCRA

4.1 Metodo OCRA e modello di calcolo

Il metodo OCRA (Occupation Repetitive Action) rappresenta il sistema di valutazione del rischio più dettagliato e più utilizzato dagli analisti: basato su una vasta raccolta di dati epidemiologici, ha come fine quello di prevedere in maniera più precisa possibile l'incidenza di patologie da sovraccarico biomeccanico. Utilizza quindi come indice finale quello che prende il nome di indice OCRA, il quale si basa, come anticipato nel paragrafo 3.2, sull'identificazione dei cicli e delle singole azioni tecniche. In particolare nella norma UNI ISO 11228-3 è definito come il rapporto tra il numero delle Azioni Tecniche Attualmente svolte nel turno di lavoro (ATA) e il numero delle Azioni Tecniche raccomandate o di Riferimento (RTA)

$$OCRA = \frac{nATA}{nRTA}$$

Il numero delle Azioni Tecniche Attualmente svolte nel turno di lavoro (ATA) si può ricavare moltosemplicemente attraverso i parametri dell'analisi del lavoro organizzata, ed è dati da:

$$ATA = \sum F_j \times D_j$$

Dove:

- F_j : frequenza media di azioni al minuto del compito j ;
- D_j : durata netta in minuti del compito j .

Per calcolare invece il numero delle Azioni Tecniche raccomandate o di Riferimento (RTA), seguendo quando descritto dalla norma UNI ISO 11228-3, si utilizza la seguente espressione:

$$RTA = \sum_{j=1}^n [CF \times (F_{omj} \times P_{omj} \times R_{emj} \times A_{dmj}) \times D_j] \times (R_{cM} \times D_{uM})$$

Dove:

- n : numero di compiti ripetitivi in un turno;
- j : j -esimo compito ripetitivo generico;
- CF : prende il nome di costante di frequenza e indica il numero di azioni tecniche raccomandate per minuto (assume il valore: $CF = 30$ azioni/min);
- F_{omj} : sotto il nome di fattore di forza, è un parametro ottenuto a partire da un valore tra 0 e 10 (scala di Borg CR10-Borg) direttamente proporzionale allo sforzo muscolare applicato, relativo al compito ripetitivo j ;
- P_{omj} : prende il nome di fattore di postura, ed è un valore ricavato in funzione delle posture assunte dagli arti superiori e del tempo in cui queste vengono mantenute durante il compito ripetitivo j ;
- R_{emj} : è il fattore della ripetitività (stereotipia), e viene ricavato in funzione del tempo speso in azioni sempre uguali a se stesse durante il compito ripetitivo j ;
- A_{dmj} : parametro legato ai fattori complementari di rischio presenti durante il compito ripetitivo j ;
- D_j : durata netta e in minuti del compito ripetitivo j ;
- R_{cM} : è il fattore inerente al recupero, e tiene conto proprio del rischio dovuto alla mancanza di adeguati tempi di recupero;
- D_{uM} : fattore concernente la durata, tiene conto della durata netta dei compiti ripetitivi (paragrafo 3.3).

Appare dunque chiaro come il metodo OCRA sia estremamente dettagliato e complesso, da cui consegue un indice preciso che deve essere calcolato per ciascun arto.

4.2 Classificazione rischi

Il valore ricavato viene utilizzato come indice in funzione del quale è possibile quantificare l'esposizione al rischio di infortunio tramite la tabella 4.1: in essa sono presenti diverse fasce di rischio che stimano la relazione tra indice OCRA e l'insorgenza di malattie professionali degli arti superiori.

	FASCE DI RISCHIO	
Indice OCRA	Rischio	Azioni correttive
$\leq 2,2$	Nessuno o accettabile	Nessuna. La valutazione dei rischi deve essere ripetuta comunque periodicamente.
$2,3 \div 3,5$	Rischio incerto/molto lieve	Ripetere la valutazione del rischio; ridurre il rischio laddove possibile.
$3,5 \div 4,5$	Rischio lieve	Riduzione del rischio secondo le priorità; sorveglianza sanitaria con visita a periodicità stabilita dal Medico Competente; interventi di informazione/formazione.
$4,5 \div 9,0$	Rischio medio	Riduzione del rischio a breve scadenza secondo le priorità emerse dal metodo; sorveglianza sanitaria con visita a periodicità annuale o superiore secondo decisione del Medico Competente; interventi di informazione/formazione
> 9	Rischio elevato	Riduzione immediata del rischio; sorveglianza sanitaria con visita a periodicità annuale o inferiore secondo giudizio del Medico Competente; interventi di informazione/formazione

Tabella 4.1 classificazione dell'indice OCRA

CAPITOLO 5

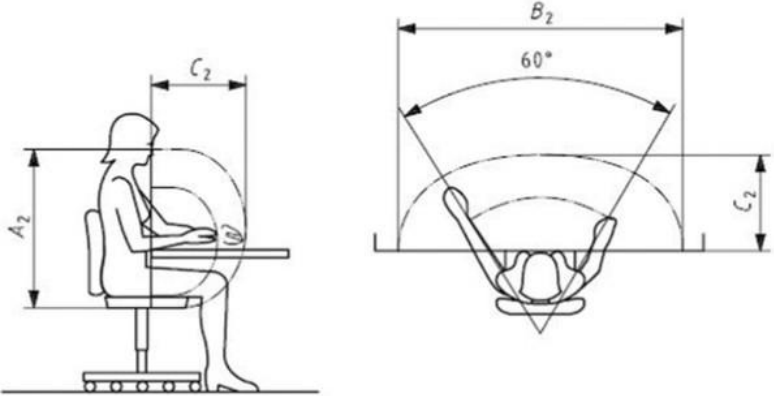
CALCOLO DEI FATTORI CHE COSTITUISCONO L'INDICE OCRA

Dopo aver esposto i valori limite dell'indice OCRA e aver stabilito come si calcola a livello teorico, è necessario discutere e analizzare le procedure necessarie a determinare i singoli fattori che costituiscono l'espressione, in particolare quelli che consentono di calcolare il temine RTA.

5.1 Frequenza di azione (F)

La ripetitività è uno tra i fattori di rischio più importanti, vista la correlazione tra l'insorgere di UL-WMSDs e la frequenza di movimento. Studiare quindi la frequenza delle azioni svolte, significa contare, in maniera del tutto analitica, le azioni tecniche (definite come nel paragrafo 3.2) e rapportarle all'unità di tempo (solitamente si utilizza il minuto) ottenendo così le azioni tecniche al minuto in un determinato ciclo di lavoro. Un metodo molto spesso utilizzato, anche nell'azienda in cui ho svolto il mio percorso di tirocinio, è quello di filmare l'attività lavorativa per esaminare in un secondo momento le azioni tecniche eseguite dal lavoratore in questione.

Ovviamente ogni azione tecnica (TA) deve rispettare dei criteri specifici per essere definita tale, e questi sono presenti nella tabella 5.1 fornita dalla già citata norma UNI ISO 11228-3:

Azione tecnica	Criteri
Spostare	Solo quando l'oggetto spostato pesa più di 2 kg (con la mano in presa di forza) o 1 kg (con la mano in presa di precisione o pinza); l'arto superiore ha un movimento ampio che copre una distanza maggiore di 1 metro.
Afferrare	Afferrare un oggetto con mani o dita per eseguire un'attività o un compito. Sinonimi: prendere, tenere, riafferrare, prendere di nuovo.
Afferrare con una mano e riafferrare con l'altra mano	L'azione di passare un oggetto da una mano all'altra è considerata come due azioni tecniche separate: - una TA per la mano destra (presa con una mano) - l'altra TA per la mano sinistra (presa con l'altra mano)
Posizionare	Posizionare un oggetto o un utensile in un punto prestabilito. Sinonimi: porre, appoggiare, deporre, disporre, appoggiare, allo stesso modo, riposizionare, rimettere, ecc.
Allungarsi	Solo quando l'oggetto è posizionato oltre la portata dei limiti dell'area di lavoro A_2 , B_2 e C_2 , mostrati qui. Legenda: A_2 : massima altezza dell'area di lavoro: 730 mm B_2 : massima larghezza dell'area di lavoro: 1170 mm C_2 : massima profondità dell'area di lavoro: 415 mm 
Infilare - togliere	Solo quando occorre usare la forza. Sinonimi: inserire, estrarre.
Spingere - trainare	Considerate TA a causa della necessità di applicare forza (anche soltanto poca) per ottenere uno specifico risultato.
Rilasciare - lasciare andare	Considerate TA eccetto dove, una volta che l'oggetto non sia più necessario, è semplicemente rilasciato aprendo la mano o le dita.
Avviare	Quando l'avviamento di un utensile richiede l'uso di un pulsante o di una leva con le mani, oppure con una o più dita. Sinonimi: premere il pulsante, sollevare o abbassare la leva.

Azioni specifiche durante una fase	Altre azioni che descrivono specifiche operazioni su di una parte/oggetto: piegare o ripiegare; curvare o ricurvare; deflettere; schiacciare, ruotare, girare; sagomare; abbassare, colpire, battere; spennellare; strofinare; pulire; lucidare; martellare; ecc.
Trasportare	Solo quando l'oggetto trasportato pesa più di 2 kg (con la mano in presa di forza) o 1 kg (con la mano in presa di precisione o pinza) e la distanza percorsa è maggiore di 1 metro.
Camminare - controllo visivo	Non vanno conteggiate come TA perché non comportano attività degli arti superiori.

Tabella 5.1 azioni tecniche e criteri per identificarle

Dunque dopo aver identificato le azioni tecniche in un determinato ciclo, il passo seguente è quello di calcolare la frequenza di azioni con la seguente formula:

$$F = \frac{N^{\circ} \text{ azione per ciclo} \times 60}{\text{tempo di ciclo}}$$

Occorre però fare una precisazione: nell'analisi delle TA, meritano una menzione a parte le azioni statiche, ovvero quelle azioni che hanno una durata di 5 o più secondi, in cui rimangono costanti la contrazione muscolare, la forza utilizzata e la postura dell'arto superiore. Ci si trova in presenza di azioni statiche per esempio quando il lavoratore è costretto a tenere un oggetto con una mano mentre con l'altra svolge altre mansioni: in tale situazione, nel calcolo delle TA, si dovranno contare 0,75 azioni per ogni secondo in cui questa situazione statica si protrae.

Inerente alla frequenza di azione, si inserisce il concetto di costante di frequenza di azione CF vista nell'espressione delle RTA: con le ipotesi formulate negli anni e i vasti dati epidemiologici raccolti, si è optato per un valore di riferimento costante di 30 azioni al minuto.

5.1.1 Esempio del calcolo della frequenza di azione

Si considera la situazione in cui un lavoratore, in un ciclo di 60 secondi, debba assemblare dei componenti su tre diversi oggetti mantenuti fermi con una mano.

Quello che succederà è dunque che una mano (per esempio la sinistra), mantiene per 12 secondi un oggetto prima di deporlo e prendere il secondo (mettendoci in totale 1,2 secondi per queste due azioni), per poi successivamente fare la stessa cosa con il secondo e con il terzo oggetto. Ecco che allora per la mano sinistra, si può procedere con il calcolo della frequenza di azione: ci saranno in totale 36 secondi di azioni statiche, che andranno calcolate come $36 \times 0,75 = 27$ azioni fittizie, a cui

andranno sommate le azioni tecniche che svolge la mano (prendere e posizionare). Nella tabella 5.2 vediamo il calcolo richiesto dall'esercizio.

Azioni statiche		Azioni dinamiche		Descrizione delle azioni tecniche	
Durata delle azioni statiche	Numero azioni tecniche fittizie	Durata delle azioni dinamiche	Numero azioni tecniche		
		1.2	1	Prendere il primo oggetto	
12	$12 \times 0,75 = 9$			Mantenere il primo oggetto	
		1.2	1	Deporre il primo oggetto	
		1.2	1	Prendere il secondo oggetto	
12	$12 \times 0,75 = 9$			Mantenere il secondo oggetto	
		1.2	1	Deporre il secondo oggetto	
		1.2	1	Prendere il terzo oggetto	
12	$12 \times 0,75 = 9$			Mantenere il terzo oggetto	
		1.2	1	Deporre il terzo oggetto	
TOTALI					
36	27	7.2	6	$F = \frac{(27 + 6) \times 60}{60} =$ 33 azioni/minuto	

Tabella 5.2 - soluzione dell'esempio del calcolo della frequenza di azione

5.2 Moltiplicatore per la forza (F_{OM})

Il moltiplicatore della forza (F_{OM}) è inerente alla quantità di forza utilizzata durante un ciclo di lavoro: la ripetitività di questo impegno biomeccanico è fortemente correlata all'insorgere di malattie professionali. In un ambiente di lavoro risulta difficile capire come stimare la forza usata, visto che l'utilizzo di dinamometri rende complicata l'implementazione sul campo. Negli anni dunque, le proposte per facilitare questa operazione sono state svariate, come per esempio l'utilizzo di una stima semi-quantitativa della forza considerando esclusivamente il peso dell'oggetto da movimentare; il metodo però che tutt'oggi risulta essere il più utilizzato, è quello che implementa la scala di Borg riportata nella tabella 5.4, a cui poi corrisponde un determinato F_{OM} (tabella 5.3).

Livello di forza	5	10	20	30	40	≥ 50
Punteggio di Borg	0.5	1	2	3	4	≥ 5
F_{0M}	1	0.85	0.65	0.35	0.2	0.01

Tabella 5.3 - moltiplicatore per la forza

0	Nessuno sforzo
0.5	Estremamente debole, appena evidente
1	Molto debole
2	Debole, leggero
3	Moderato
4	
5	Forte, pesante
6	
7	Molto forte
8	
9	
10	Estremamente forte, massimale

Tabella 5.4 - scala di Borg CR-10

In maniera pratica, si procede come segue:

1. all'interno del ciclo di lavoro, identificare le azioni che richiedano l'utilizzo di forza e indicare la durata di ognuna di queste azioni;
2. per ogni azione tecnica, il lavoratore deve esprimere una quantificazione soggettiva dello sforzo che compie, utilizzando un valore della scala di Borg;
3. attribuire, ad ognuna delle azioni tecniche, un valore percentuale che indichi il tempo di durata rispetto al tempo totale del ciclo (suddivisione in percentuale del livello di forza nel tempo);
4. calcolare il valore di forza medio ponderato, moltiplicando il punteggio di Borg per la sua frazione di durata nel ciclo.

Nella seguente tabella è riportata un'esemplificazione di come viene calcolato il valore medio ponderato. Nella prima colonna viene attribuito il tempo che ogni azione occupa nella durata totale del ciclo; nella seconda invece viene calcolata la percentuale di tempo che ogni azione prevede nella durata totale del ciclo; nella terza colonna sono riportati dei dati fittizi inerenti alla scala di Borg; nella quarta colonna invece si calcola il punteggio ponderato dello sforzo.

Suddivisione del tempo in un ciclo di 35 secondi	Suddivisione in % del livello di forza nel tempo	Punteggio nella scala di Borg	Punteggio di Borg ponderato
Azione tecnica 1 = 20 secondi	57%	0.5	285
Azione tecnica 2 = 8 secondi	23%	2	460
Azione tecnica 3 = 7 secondi	20%	4	800
Totale = 35 secondi	PUNTEGGIO MEDIO PONDERATO		1.545

Tabella 5.5 - punteggio ponderato dello sforzo

5.3 Moltiplicatore per la postura (P_{OM})

Un secondo fattore particolarmente rilevante per l'insorgenza di disturbi muscolo scheletrici è la postura che viene assunta durante il turno di lavoro. È necessario dunque avere dei parametri tecnici per analizzarle durante i movimenti di ogni segmento degli arti superiori (spalla, gomito, polso, mano), destro e sinistro. Per farlo, si procede tramite le seguenti fasi:

1. valutare le posture incongrue ad alto impiego, distintamente tra articolazioni destra e sinistra;
2. calcolare per quanto tempo vengono mantenute le posture incongrue in termini di:
 - 1/10 del ciclo (10-24% del tempo)
 - 1/3 del ciclo (25-50% del tempo)
 - 2/3 del ciclo (51-80% del tempo)
 - 3/3 del ciclo (oltre l'81% del tempo)
3. tramite l'ausilio di esperti, si utilizza una scala con dei parametri da 1 a oltre 28 per la determinazione del moltiplicatore della postura, seguendo la tabella 5.6.

Nella prima riga della tabella sottostante, è presente sotto la voce 'punteggio di rischio posturale', il valore che viene attribuito al rischio riguardo la posizione di un certo arto: presa in considerazione la postura del lavoratore, per calcolare il P_{OM} si utilizzerà il valore più alto tra spalla, gomito, polso

e mano. Vediamo dunque nello specifico come si attribuiscono questi punteggi all'articolazione scapolo omerale, all'articolazione del gomito e a quella del polso.

Punteggio di rischio posturale	0-3	4-7	8-11	12-15	16-19	20-23	24-27	≥ 28
P_{OM}	1	0.70	0.60	0.50	0.33	0.1	0.07	0.03

Tabella 5.6 - moltiplicatore per la postura

5.3.1 Articolazione scapolo omerale

Tramite studi biomeccanici approfonditi, sono state designate tre aree di rischio, in base al movimento che viene compiuto e mantenuto:

- flessione oltre gli 80°;
- abduzione tra i 45° e gli 80°;
- estensione oltre i 20°.

Col fine di ottenere il punteggio di rischio posturale per l'articolazione scapolo omerale, è necessario poi cronometrare il tempo per cui queste posizioni vengono mantenute: il periodominimo da considerare rischioso è a partire dal 10% della durata totale del ciclo.

In particolare il punteggio attribuito è:

- 4: per flessioni oltre gli 80° per una durata dal 10% al 20% del tempo;
- 8: per flessioni oltre gli 80° per una durata fino al 30%;
- 12: per flessioni oltre gli 80° per una durata fino al 40%;
- 16: per flessioni oltre gli 80° per una durata fino al 50%;
- 24: per flessioni oltre gli 80° per una durata di oltre il 50%;
- 4: per abduzioni tra i 45° e gli 80° o estensioni oltre i 20° per 1/3 del tempo;
- 8: per abduzioni tra i 45° e gli 80° o estensioni oltre i 20° per 2/3 del tempo;
- 12: per abduzioni tra i 45° e gli 80° o estensioni oltre i 20° per 3/3 del tempo;

Nella figura 5.7 si ha una rappresentazione grafica dei dati descritti in questo paragrafo.

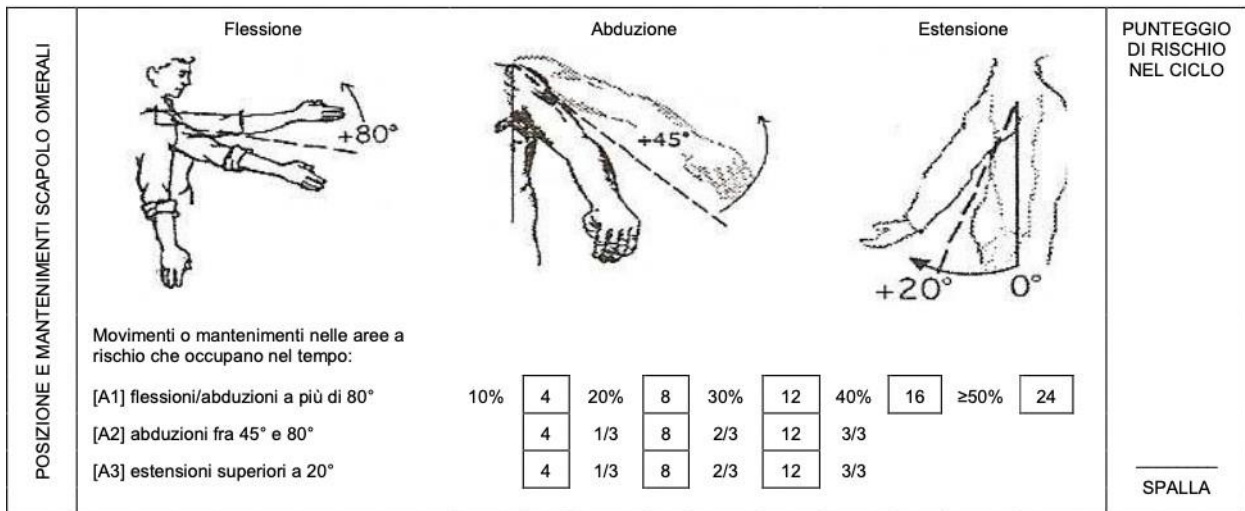


Figura 5.7- posture incongrue articolazione scapolo omerale

5.3.2 Articolazione del gomito

A differenza di quello che capita per l'articolazione scapolo omerale, per l'articolazione del gomito risultano ininfluenti le posizioni che vengono assunte, e dunque si considerano i movimenti compiuti e non quelli mantenuti.

Con la stessa modalità di descrizione della figura 5.7, nella figura 5.8 sono presenti i movimenti con il relativo indice di rischio per l'articolazione del gomito in base al tempo impiegato.

Risultano essere critiche le inclinazioni dell'avambraccio in posizione prona o supina oltre i 60°, e la flessione come riassunto nella figura 5.8.

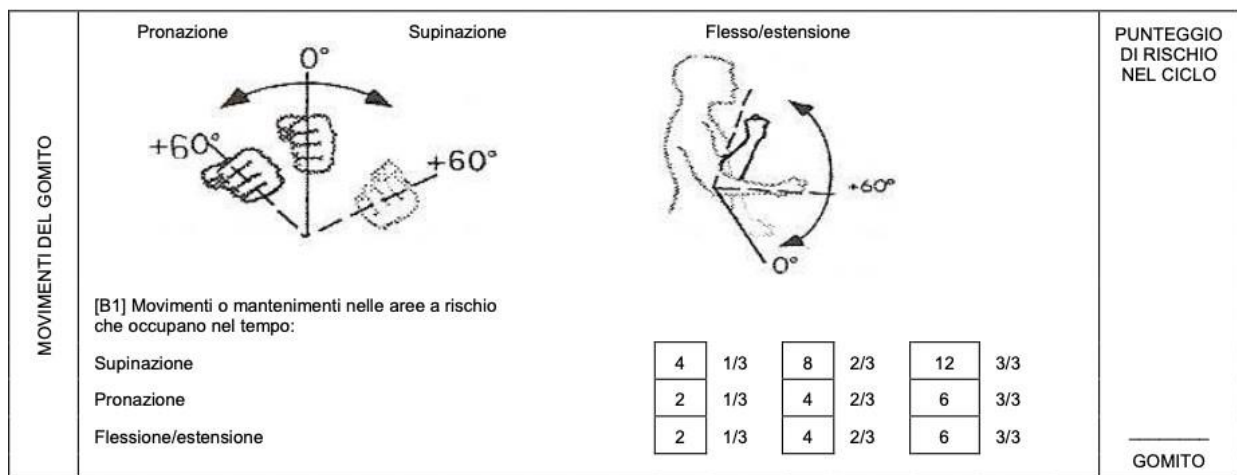


Figura 5.8 - posture incongrue articolazione del gomito

5.4 Moltiplicatore per la stereotipia (Re_M)

Con il termine stereotipia si indica la tendenza ad eseguire azioni tecniche compiute con la stessa postura (senza considerare se sia incongrua o meno) per gran parte della durata del ciclo, o lo svolgimento di gruppi di azioni lavorative svolte in un ciclo breve con durata inferiore ai 15 secondi.

Per attribuire il moltiplicatore per la stereotipia Re_M al turno di lavoro, è necessario distinguere tra stereotipia moderata (le azioni tecniche compiute con la stessa posture occupano 2/3 del ciclo o la durata del ciclo è tra gli 8 e i 15 secondi), e stereotipia elevata (le azioni tecniche compiute con la stessa posture occupano 3/3 del ciclo o la durata del ciclo è inferiore agli 8 secondi).

In maniera pratica, la tabella 5.11 riassume quanto detto, affibbiando il valore di Re_M alla stereotipia corrispondente.

Stereotopia	Assente	Moderata	Elevata
Re_M	1	0.85	0.7

Tabella 5.11 - moltiplicatore per la stereotipia Re_M

5.5 Moltiplicatore per la presenza di fattori complementari (Ad_M)

Per prima cosa è necessario suddividere i fattori complementari che concorrono al rischio di insorgenza di malattie professionali in due categoria principali, ovvio quelli fisico-meccanici e quelli di natura organizzativa. In maniera non esaustiva, si potrebbe stilare un elenco dei primi:

- utilizzo di strumenti vibranti;
- richiesta di precisione nel posizionare un oggetto con conseguente avvicinamento al campovisivo;
- compressioni da parte di determinati oggetti localizzate sulla mano o sull'avambraccio;
- contatto con superfici fredde;
- utilizzo di guanti che compromettono la presa, o scivolosità degli oggetti manipolati;
- presenza nel ciclo di lavoro di movimenti con contraccolpo o con impatti ripetuti (per esempio l'atto di martellare delle superfici dure);
- presenza nel ciclo di lavoro di movimenti bruschi o "a strappo" (per esempio lanciare oggetti);

- ecc.

Per fattori complementari di questo tipo, vengono attribuiti dei punteggi in base alla tipologia di azione, e come sempre in relazione al tempo che occupano nel ciclo:

- 4: se le azioni sopracitate (nonostante l'elenco non sia esaustivo ricopre gran parte della casistica) hanno una durata pari a 1/3 del ciclo;
- 8: se le azioni sopracitate hanno una durata pari a 2/3 del ciclo;
- 12: se le azioni sopracitate hanno una durata pari a 3/3 del ciclo.

Menzione a parte va fatta per il caso in cui il lavoratore all'utilizzo di strumenti vibranti: in tal caso infatti, i punteggi vengono ponderati in maniera diversa e diventano 8 se l'azione in questione occupa 1/3 del tempo del ciclo, 12 se i 2/3 e 16 se i 3/3.

I fattori di natura organizzativa invece riguardano principalmente i ritmi che vengono imposti al lavoratore delle macchine con cui si interfaccia:

- i ritmi vengono imposti dalla macchina ma esiste la possibilità di decelerare o accelerare il ritmo di lavoro permettendo delle pause;
- i ritmi sono inderogabilmente imposti dalla macchina, dunque sono prefissati e non possono variare.

Ecco che tra gli scenari organizzativi, i punteggi attribuiti sono solamente due: 8 se ci si trova nella prima situazione descritta (ritmi imposti ma variabili); 12 se nella seconda (ritmi prefissati completamente imposti).

L'attribuzione del moltiplicatore per la presenza di fattori complementari (Ad_M) avviene seguendo lo schema valutativo della tabella 5.12, considerando che il punteggio totale sarà la somma dei punteggi relativi ad ogni fattore complementare (fisico-meccanico o organizzativo che sia).

Punteggio fattori complementari	0-3	4-7	8-11	12-15	≥ 16
Ad_M	1	0.95	0.90	0.85	0.80

Tabella 5.12 - moltiplicatore per i fattori complementari

5.6 Moltiplicatore per il fattore dei tempi di recupero (Rc_M)

Con periodi di recupero, si intende un lasso di tempo in assenza di attività fisica degli arti superiori da parte del lavoratore. Possono essere considerati quindi periodi di recupero:

- le pause ufficiali, compresa la pausa pranzo;
- lo svolgimento di lavori che non comportano l'utilizzo dei gruppi muscolari degli arti superiori (ad esempio mansioni concernenti il controllo visivo);
- periodi di tempo durante il ciclo in cui c'è sostanziale riposo muscolare da parte del lavoratore, per esempio tempi di attesa di attivazione della macchina.

I tempi descritti negli ultimi due punti, vengono considerati periodi di recupero solo a patto che siano regolari e si protraggano per almeno 10 secondi. Ne consegue che l'analisi riguardante l'aspetto dei tempi di recupero, vada fatta in un primo momento rispetto al ciclo di lavoro, e successivamente rispetto al totale turno di lavoro.

La distribuzione ottimale delle pause, che determina quindi l'attribuzione del fattore RcM, sarebbe di 10 minuti consecutivi ogni 50 minuti di lavoro ripetitivo. In questo modo può essere analizzata ogni singola ora del turno di lavoro: per ogni ora che presenti compiti ripetitivi, dovrà esserci un adeguato periodo di recupero; in caso contrario, per ogni ora che nei 60 minuti non presenta i 10 minuti di riposo, sarà attribuito un determinato valore del moltiplicatore RcM (tabella 5.13).

Ore senza recupero adeguato	0	1	2	3	4	5	6	7	8
RcM	1	0.90	0.80	0.70	0.60	0.45	0.25	0.10	0

Tabella 5.13 - moltiplicatore per il fattore dei tempi di recupero

5.7 Moltiplicatore per la durata complessiva del lavoro ripetitivo (Du_M)

Come visto nel paragrafo 3.3, assume un significato particolarmente importante il concetto di tempo effettivamente speso in compiti ripetitivi: in base a questo dato che viene calcolato in seguito all'analisi sul lavoro, si può ottenere il moltiplicatore Du_M come esplicitato nella tabella 5.14.

Tempo netto di lavoro ripetitivo (in minuti)	< 120	120-239	240-480	> 480
Du_M	2	1.5	1	0.5

Tabella 5.14 - moltiplicatore per la durata complessiva del lavoro ripetitivo

CAPITOLO 6

MISURE DI PREVENZIONE: RIPROGETTAZIONE DEL LAVORO

6.1 Concetti generali

Come visto nella tabella 4.2, in seguito al calcolo dell'indice OCRA si può stimare l'esposizione di un lavoratore all'insorgenza di UL-WMSDs. Qualora si verifichi un rischio eccessivo, risulta necessario intervenire con la riprogettazione dell'ambiente di lavoro o delle procedure con cui viene svolto.

Le tipologie di intervento possibili possono essere sostanzialmente tre.

- intervento a livello strutturale: volto al riprogettare la postazione di lavoro tenendo conto dell'ergonomia delle attrezzature e della postazione in sé, al fine di ridurre le posture incongrue e ridurre l'utilizzo di forza laddove possibile;
- intervento a livello organizzativo: sono interventi finalizzati a riprogettare ritmi, pause e rotazione del personale tra le postazioni lavorative, per migliorare gli aspetti concernenti la ripetitività delle azioni e la carenza di periodi di recupero adeguati;
- intervento a livello formativo e di aggiornamento: forniscono formazione in materia, per riuscire a ridurre le azioni che possono esporre il lavoratore a rischi evitabili.

Dunque a livello pratico, ci occuperemo di come migliorare quattro degli aspetti che costituiscono l'indice OCRA: il fattore sulle posture incongrue, il fattore sull'utilizzo della forza, la frequenza delle azioni tecniche e il fattore riguardante i periodi di recupero.

6.2 Interventi strutturali

6.2.1 Miglioramento fattore posturale

Nel paragrafo 5.3, è stato analizzato in maniera specifica il moltiplicatore per la postura (P_{OM}): risulta dunque immediato, valutando le posture incongrue dei distretti anatomici considerati

(articolazione scapolo omerale, articolazione del polso, articolazione del gomito, articolazione della mano), proporre delle correzioni. Nella figura 6.1 sono riassunte le posizioni incongrue che le articolazioni analizzate possono assumere, con i relativi valori di escursione angolare.

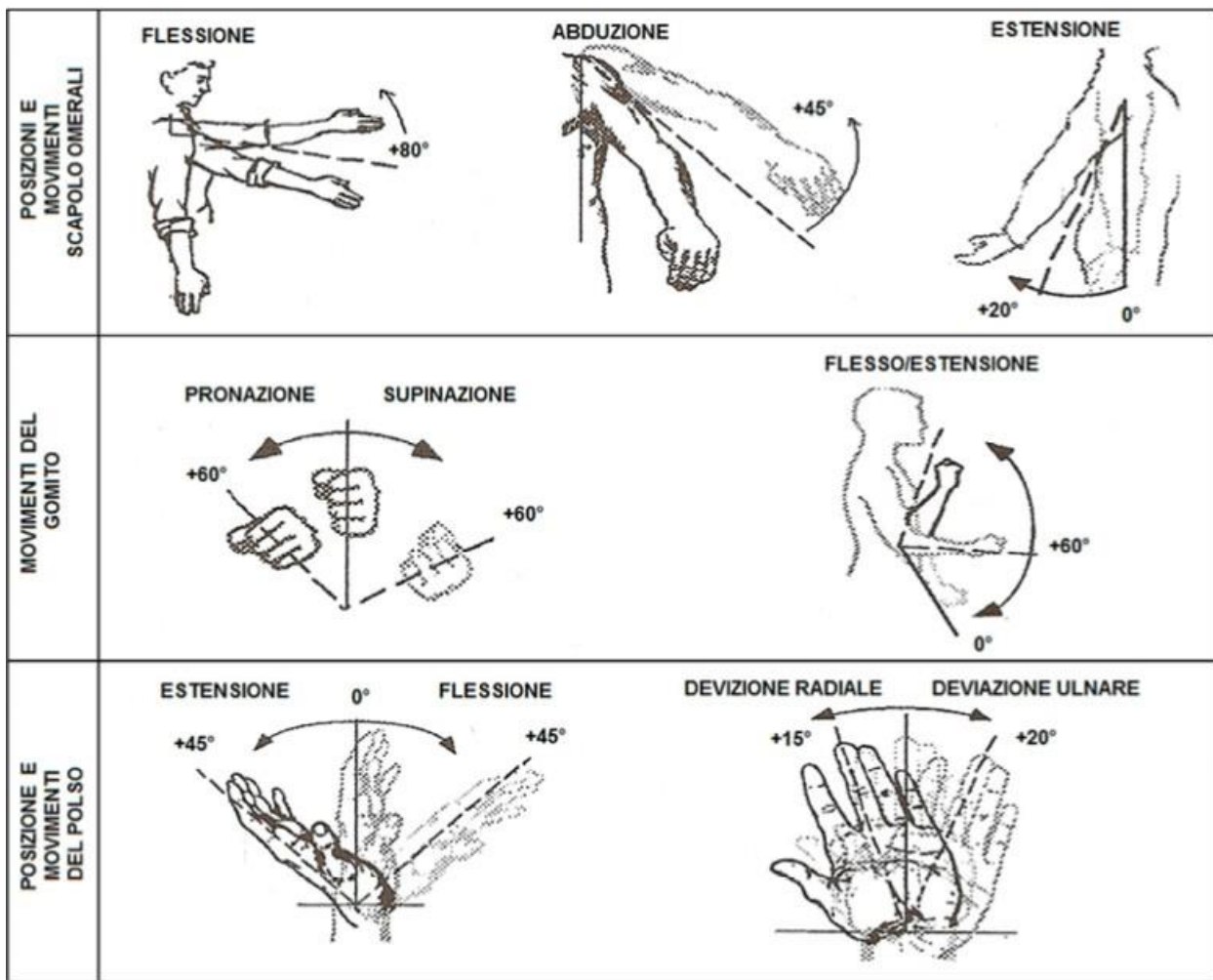


Figura 6.1 - movimenti incongrui di braccio gomito e polso

A livello strutturale dunque, le modifiche da apporre ad una postazione di lavoro, riguardano:

- le altezze dei piani su cui si lavora;
- le altezze degli oggetti (sedie, sgabelli, ecc.) su cui ci si siede;
- le altezze a cui gli arti superiori devono operare.

Tutte queste specifiche fanno parte dei requisiti antropometrici presentati nella norma EN ISO 14738.

Nelle figure sotto riportate, vengono raffigurate quelle che sono delle raccomandazioni progettuali per la prevenzione di disturbi muscolo scheletrici in ambienti di lavoro (*Eastman Kodak C., 1983; Putz-Anderson, 1988*) riguardo gomito (figura 6.2), spalla (figura 6.3), polso (figura 6.4), e mano (figura 6.5).



Figura 6.2 - prevenzione per i movimenti del gomito, (Eastman Kodak C., 1983; Putz Anderson, 1988)



Figura 6.3 - prevenzione per i movimenti dell'articolazione scapolo omerale, (Eastman Kodak C., 1983; Putz Anderson, 1988)

<p>Nell'azionare la leva, il polso compie ampie escursioni in flessione-estensione che superano i 45°.</p> <p>È CONSIGLIABILE SOSTITUIRE LA LEVA CON PULSANTE.</p>	<p>Durante l'uso di attrezzi, il polso è mantenuto in deviazione radiale superiore ai 15°.</p>
<p>Durante l'uso dell'attrezzo, il polso è mantenuto in flessione per più di 45°.</p>	<p>IN QUESTO CASO VANNO SOSTITUITI GLI ATTREZZI CON ALTRI CHE CONSENTANO AL POLSO DI MANTENERE UNA POSIZIONE PRESSOCHÉ DIRITTA (POSIZIONE ANATOMICA).</p>

Figura 6.4 - prevenzione per i movimenti del polso, (Eastman Kodak C., 1983; Putz Anderson, 1988)



Figura 6.5 - prevenzione per i movimenti della mano, (Eastman Kodak C., 1983; Putz Anderson, 1988)

6.2.2 Miglioramento del fattore di forza

Per migliorare questo fattore durante l'esecuzione di azioni tecniche, è proficuo seguire degli accorgimenti che limitino lo sforzo muscolare: per esempio, si può ottenere una riduzione sotto questo aspetto utilizzando strumenti e macchinari più ergonomici.

Dal punto di vista comportamentale invece, è utile che il lavoratore eviti di compiere sforzi che richiedano oltre il 50% della massima forza individuale, e che lo sforzo medio a cui è sottoposto un determinato distretto muscolare, non superi il 15% della capacità massima nel ciclo di lavoro.

Occorre poi ricordare che posture e condizioni di lavoro corrette, consentono di sfruttare la forza in maniera ottimale: infatti, come si vede nella figura 6.6, certe posizioni rispetto ad altre, inducono una riduzione della forza applicabile.

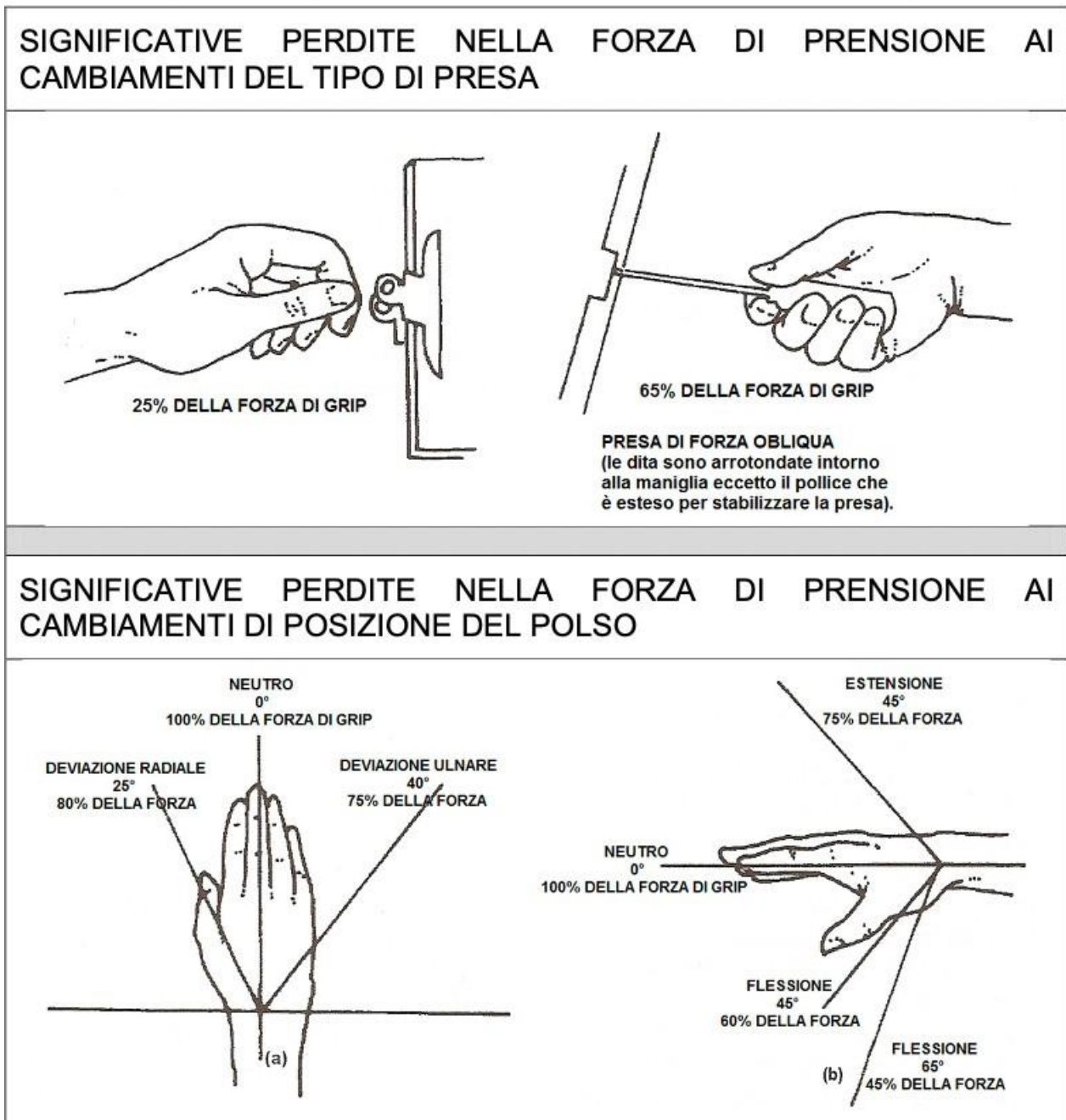


Figura 6.6 - posture del polso e della mano che riducono la forza, (Eastman Kodak C., 1983; Putz Anderson, 1988)

6.3 Interventi strutturali

6.3.1 Miglioramento della frequenza di azioni tecniche

La soluzione che verrebbe più naturale proporre, è quella di ridurre i ritmi e di conseguenza le azioni tecniche svolte in un determinato turno di lavoro: questo intervento però può risultare controproducente, visto che comporterebbe una riduzione della produttività e aumenterebbe il tempo di ciclo. Si cerca dunque una soluzione che riduca il rischio di infortuni, ottimizzando i cicli di lavoro per qualità e quantità.

Anche in questo caso, con l'obiettivo di conseguire frequenze di azioni adeguate, può essere utile ricondursi a una procedura divisa in fasi:

- analizzare in maniera meticolosa le azioni che vengono eseguite durante il turno di lavoro, in modo da trovare quelle non indispensabili ed eliminarle; azioni accessorie come per esempio prelevare oggetti dalla linea di scorrimento altrui per portarli alla propria e viceversa, vanno ridotte al minimo ed eliminate laddove sia possibile intervenire con soluzioni strutturali;
- ricercare le azioni tecniche che vengono svolte identiche a se stesse in maniera ripetuta, che causando stereotipia, sovraccaricano determinati distretti muscolari in maniera rischiosa. Una soluzione a questo problema potrebbe essere quella di introdurre macchinari che sollevino il lavoratore da gran parte dei compiti manuali, anche se ciò risulta essere dispendioso dal punto di vista economico; una valida alternativa, è creare una postazione aggiuntiva col fine di evitare alcune azioni ripetitive al lavoratore in questione.
- ribilanciare il carico di lavoro della postazione presa in esame, qualora gli interventi del punto 1 e 2 non riducano la frequenza di azioni tecniche.

6.3.2 Miglioramento dei tempi di recupero

Come esplicitato nel paragrafo 5.6, il rapporto tra periodo di lavoro e tempi di recupero all'interno di un'ora di lavoro ripetitivo, deve essere 5:1, ovvero per ogni 50 minuti di lavoro ripetitivo, il periodo di recupero adeguato è di 10 minuti. Spesso capita che il lavoratore svolga dei periodi di recupero adeguati, ma mal distribuiti all'interno del ciclo di lavoro: per ottimizzare questo fattore dunque, è necessario che le pause vengano distribuite in maniera oculata, riducendone se necessariola durata, ma aumentandone la frequenza.

CAPITOLO 7

CASO STUDIO: APPLICAZIONE PRATICA DELL'INDICE OCRA E RIPROGETTAZIONE DELLE STAZIONI DI LAVORO

7.1 Introduzione

Nell'esperienza di tirocinio svolta presso lo Studio Sicurezza Del Lavoro & Ambiente, è stata svolta la raccolta dati per l'analisi dei rischi dovuti al sovraccarico biomeccanico degli arti superiori presso, tra le altre, un'azienda cliente che si occupa di produzione di pianoforti. Essendo tante le postazioni di lavoro analizzate (22), per solo tre di queste si presenteranno i dati raccolti per il calcolo dell'indice OCRA e la proposta di una riorganizzazione con conseguenti modifiche, mentre per le altre verrà riportato in maniera del tutto generale l'indice.

Nelle tabelle seguenti, il colore verde indicherà la presenza di un rischio accettabile o assente, il giallo la presenza di un rischio incerto o lieve mentre il rosso la presenza di un rischio ingente.

7.2 Indici OCRA

Nella tabella 7.1 e nel grafico 7.2, sono riportati i risultati degli indici OCRA calcolati per tutte e 22 le postazioni con i software specializzati presenti nei laboratori dello lo Studio Sicurezza Del Lavoro & Ambiente: in particolare, si hanno gli indici relativi all'arto destro e al sinistro.

N° stazione	Indice OCRA arto destro	Indice OCRA arto sinistro		N° stazione	Indice OCRA arto destro	Indice OCRA arto sinistro
1	Yellow	Green		12	Yellow	Green
2	Yellow	Green		13	Red	Green
3	Green	Green		14	Yellow	Green
4	Yellow	Yellow		15	Red	Yellow
5	Yellow	Green		16	Yellow	Green

6				17		
7				18		
8				19		
9				20		
10				21		
11				22		

Tabella 7.1 - indici OCRA con dati sperimentali

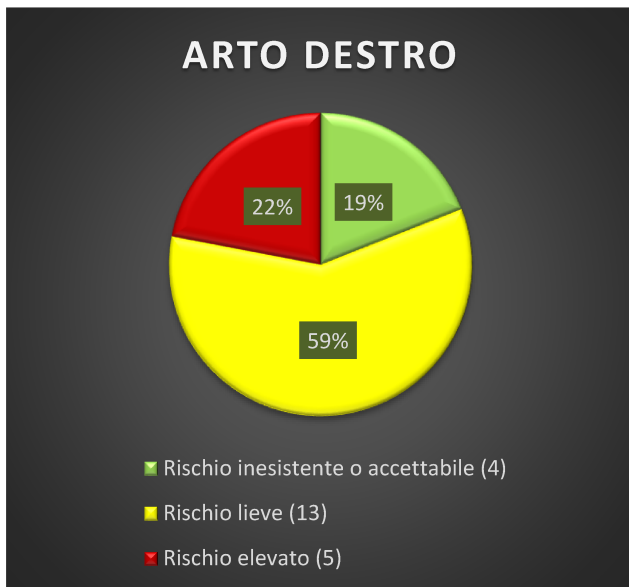


Grafico 7.2 - indici OCRA con dati sperimentali

7.3 Riduzione indice OCRA

7.3.1 Ridistribuzione dei periodi di recupero

Dai dati raccolti e riportati nelle tabelle 7.3 e 7.4, è emerso come l'indice OCRA sia fortemente influenzato da una distribuzione non adeguata dei periodi di recupero. Infatti, considerando l'orario di lavoro a cui gli operatori sono sottoposti indipendentemente dalla postazione in cui si trovano, risultano essere 2,5 le ore senza un adeguato periodo di recupero (tabella 7.3): dunque il moltiplicatore dei periodi di recupero R_{CM} corrispondente, come descritto nella tabella 5.13, risulta essere di 0,75.

	Orario	Durata in minuti
Inizio turno - fine turno	8-16	480
Pause mensa	13:15 - 13:45	30

Prima pausa	9:20 - 9:29	9
Seconda pausa	10:45 - 10:54	9
Terza pausa	12:20 - 12:29	9
Quarta pausa	15:00 - 15:18	18

Tabella 7.3 - distribuzione dei periodi di recupero

Nella tabella 7.4 invece viene riportato il calcolo del tempo netto di lavoro, da cui si risale al moltiplicatore della durata complessiva del lavoro ripetitivo Du_M , descritto nel paragrafo 5.7: la durata del tempo netto di lavoro ripetitivo risulta di 395 minuti, corrispondente (per interpolazione) ad un $Du_M = 1,17$.

Durata del turno di lavoro	480 minuti	-
Stima della durata lavori non ripetitivi	10 minuti	-
Durata delle pause	75 minuti	=
Tempo netto di lavoro ripetitivo	395 minuti	

Tabella 7.4 - calcolo del tempo netto di lavoro ripetitivo

Quando sono stati rilevati questi dati, è apparso immediato pensare ad una prima riorganizzazione del turno di lavoro, in particolare agendo su di un'adeguata distribuzione dei tempi di recupero. Come spiegato nel paragrafo 5.6, la soluzione limite sarebbe quella di aumentare le pause, il che comporterebbe una riduzione della produzione: dunque, abbiamo apportato delle modifiche alla distribuzione dei tempi di recupero, senza variarne la quantità, come mostrato nella tabella 7.5.

Il risultato ottenuto è stato passare da 2,5 a 0,75 (45 minuti) ore senza adeguato periodi di recupero, con una conseguente variazione del moltiplicatore R_{cM} da 0,75 a 0,975.

	Orario	Durata in minuti
Inizio turno - fine turno	8-16	480
Pause mensa	13:15 - 13:45	30
Prima pausa	9:00 - 9:09	9
Seconda pausa	10:10 - 10:19	9
Terza pausa	11:20 - 11:29	9
Quarta pausa	12:30 - 12:39	9
Quinta pausa	15:00 - 15:09	9

Tabella 7.5 - distribuzione riorganizzata dei periodi di recupero

Utilizzando questi nuovi dati inerenti al moltiplicatore dei periodi di recupero, si sono ottenuti gli indici OCRA della tabella 7.6, rappresentati nel grafico 7.7.

N° stazione	Indice OCRA arto destro	Indice OCRA arto sinistro		N° stazione	Indice OCRA arto destro	Indice OCRA arto sinistro
1	Verde	Verde		12	Giallo	Verde
2	Giallo	Verde		13	Rosso	Verde
3	Verde	Verde		14	Verde	Verde
4	Verde	Verde		15	Giallo	Verde
5	Giallo	Verde		16	Verde	Verde
6	Verde	Giallo		17	Verde	Verde
7	Rosso	Verde		18	Giallo	Verde
8	Giallo	Verde		19	Verde	Verde
9	Rosso	Verde		20	Giallo	Verde
10	Verde	Verde		21	Verde	Verde
11	Verde	Giallo		22	Giallo	Giallo

Tabella 7.6 - indici OCRA con dati sperimentali dopo la riorganizzazione dei periodi di recupero

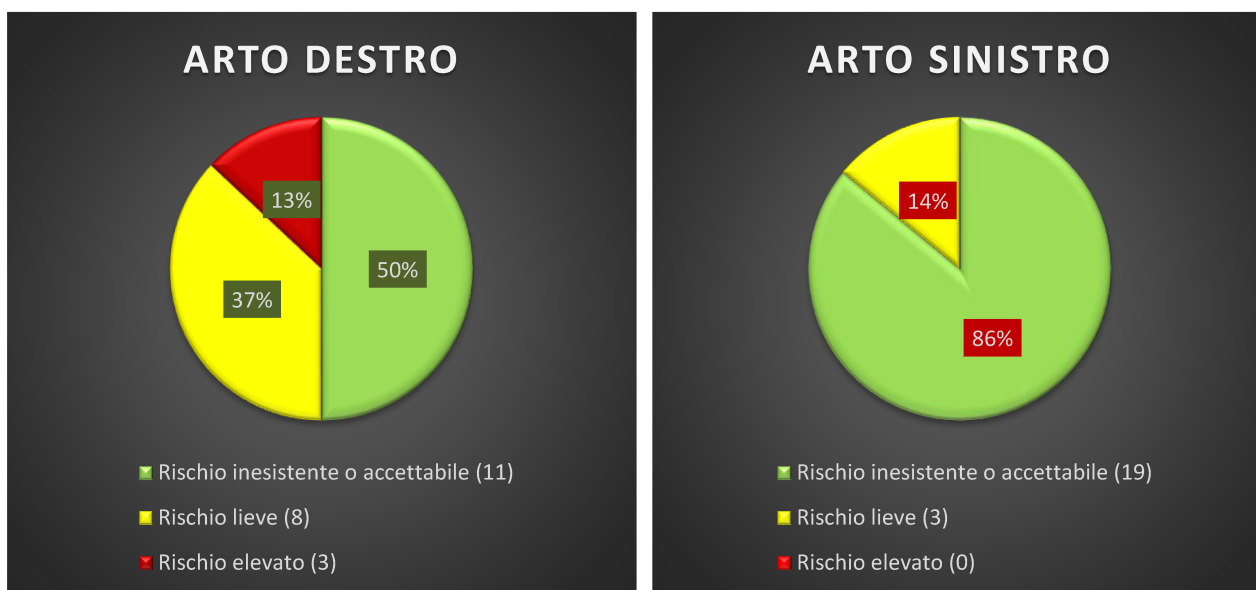


Grafico 7.7 - indici OCRA con dati sperimentali dopo la riorganizzazione dei periodi di recupero

7.3.2 Riprogettazione del lavoro sulle stazioni 7, 9, e 13

Il cambiamento apportato alla distribuzione dei periodi di recupero, ha sicuramente generato ad un effetto benefico, ma con degli interventi sulle specifiche postazioni di lavoro, si può ottenere di meglio. Infatti risultano ancora a elevato rischio, le postazioni 7, 9, e 13, che analizzeremo nello specifico: essendo l'indice OCRA positivo per l'arto sinistro, considereremo solamente il destro.

7.3.2.1 Stazioni 7 e 13

I dati raccolti su queste due stazioni, rispettivamente nella tabella 7.8 e 7.10, mostrano come il fattore più influente sull'indice OCRA sia la frequenza di azione, che rende gli operatori esposti a rischi da sovraccarico biomeccanico.

In particolare per la stazione 7, la fase più critica è quella di “Spingere i pironi all'interno del pancone al fine di bloccarli”, in cui si nota essere elevata la frequenza di azioni tecniche svolte. Infatti all'interno di un pianoforte, ci sono circa 220 corde e dunque di ugual numero sono anche i pironi, che uno a uno vengono fissati manualmente. Per agire sul fattore F (frequenza delle azioni tecniche discusso nel paragrafo 6.3.1), è stato proposto un intervento strutturale con l'inserimento di un martello pneumatico. In questo modo si riduce il numero di azioni tecniche e contemporaneamente si diminuisce l'intensità della forza utilizzata, come possiamo vedere dalla tabella 7.11.

Analogamente, nella postazione 13, la fase “Spingere manualmente il rullino all'estremità di un tasto” presenta elevati valori inerenti alla frequenza di azioni tecniche. In questo caso, la soluzione ideale per ridurre la frequenza di azioni tecniche è sembrata essere l'introduzione, nella stazione di lavoro, di un cilindro ad aria, il che ha diminuito anche la forza necessaria a svolgere il compito (tabella 7.12)

In seguito a queste modifiche, con il software utilizzato nello Studio Sicurezza Del Lavoro & Ambiente, è stato ottenuto un indice OCRA che per entrambe le postazioni è passato da *rischio elevato* (rosso) ad *accettabile* (giallo).

7.3.2.2 Stazione 9

Nella raccolta dei dati della stazione 9 (tabella 7.9), si è notato come il fattore che maggiormente contribuiva ad aumentare l'indice OCRA fosse quello inerente all'utilizzo della forza. Come esposto nel paragrafo 5.2, il moltiplicatore per la forza è un parametro che dipende dal valore della scala di Borg, che l'operatore attribuisce al compito in questione. Nel caso specifico della postazione numero 9, i due compiti che presentano il valore più alto sotto questo aspetto sono: “Incollare le stecche sulla tavola armonica, applicando su di ognuna dei morsetti per incollarle” e “Assottigliare le estremità delle stecche con una fresa limatrice”.

Per quanto riguarda la prima mansione, a cui l'operatore ha attribuito un valore di 4 nella scala di Borg, si è ritenuto opportuno intervenire dal punto di vista organizzativo, delegando il compito di incollare le stecche alla stazione precedente, che ha sufficiente margine per tenere l'indice OCRA

entro i limiti. In questo modo, tramite la redistribuzione del carico di lavoro, si priva l'operatore della stazione 9 di una fase di lavorazione richiedente parecchio sforzo.

L'analisi dei dati della seconda mansione invece, ha sollevato dei dubbi. Per un'azione apparentemente semplice da svolgere, è apparso strano il valore 5 nella scala di Borg. Dunque tornati sul posto di lavoro, si è notato che l'operatore svolgeva il compito in maniera errata, rendendolo più faticoso. Con un intervento formativo è stato possibile ovviare a questo aspetto, diminuendo lo sforzo necessario a compiere questa fase.

In conclusione, apportare queste modifiche alla postazione 9 ha permesso una riduzione del punteggio di forza da 0,75 a 0,45 (tabella 7.13), ottenendo così una conseguente riduzione dell'indice OCRA che, calcolato con i software dello studio, da *rischio elevato* (rosso) è passato anche in questo caso ad *accettabile* (giallo).

7.4 Analisi OCRA conclusiva

In conclusione, l'esposizione dei lavoratori all'insorgere di UL-WMSDs nelle postazioni 7, 9 e 13, è stata ridotta tramite gli interventi descritti: l'indice OCRA è dunque passato dall'indicare un rischio elevato a un rischio lieve. Nel grafico 7.14 si mostra il risultato finale del caso studio, paragonato alla situazione iniziale.

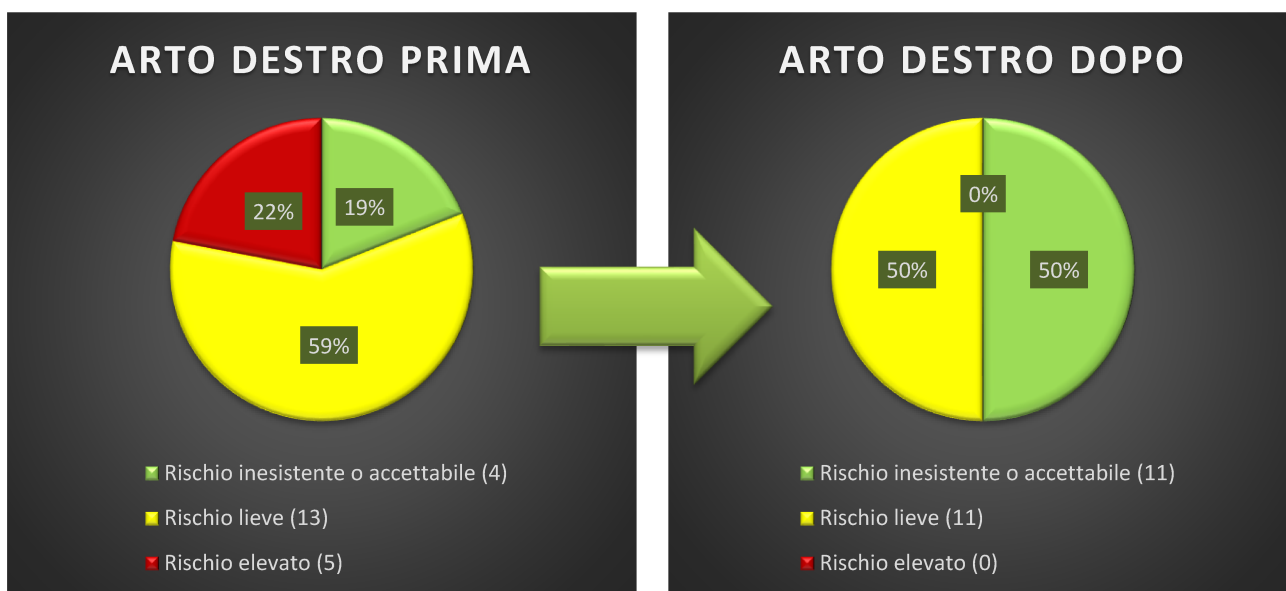


Grafico 7.14 - indici OCRA prima (sinistra) e dopo la riorganizzazione (destra)

CONCLUSIONI

In seguito alla raccolta di dati e all'analisi successiva di essi, il metodo OCRA ha dimostrato di riuscire a fornire una previsione precisa dell'incidenza di patologie da sovraccarico biomeccanico. Per quanto sia risultato essere complesso da utilizzare, allo stesso tempo ha presentato il vantaggio di rendere noti alcuni problemi di organizzazione o di svolgimento della mansione (come avvenuto per esempio nella postazione 13 del nostro caso studio). Tra i lati negativi, va di certo menzionato l'elevato tempo richiesto per la raccolta e l'analisi dei dati, oltre che la richiesta di un personale specializzato per l'interpretazione di questi.

Tabella OCRA 7.11

Stazione 7 dopo la riprogettazione	Azioni tecniche dinamiche		Azioni tecniche statiche		Forza		Posture e movimenti delle braccia			Posture e movimenti del polso			Posture e movimenti della mano e delle dita						Fattori complementari												
	Durata delle azioni tecniche	Tot. Azioni tecniche per ciclo	Azioni statiche	Numero azioni tecniche fittizie	Punteggio scala di Borg	Durata delle azioni con forza	Flessione e/o abduzione sup. 80°	Abduzione sup. 45°	Estensione sup. 20°	Pronazione sup. 60°	Supinazione sup. 60°	Flessione sup. 45°	Estensione sup. 45°	Deviazione radiale sup. 15°	Deviazione ulnare sup. 20°	Grip (diametro 3-5 cm)	Grip stretto (diametro 1-2 cm)	Pinch	Presca palmare	Presca a uncino	Fini movimenti delle dita	Precisione	Vibrazioni	Compressioni	Colpi e contraccolpi	Movimenti improvvisi e rapidi	Altri fattori complementari	Ritmo: con pause = 1, completamente imposto = 2			
Arto destro	26	26			0,5	20	13,8				3	1,5	1,3			19,7															
Praticare buchi al pancone con un trapano.					1	22				3,5			2,4		17																
Inserire uno ad uno i pironi nel pancone.	22	15																													
Dalle bobine, srotolare i pezzi di filo acciaio.	44,9	21	25,6	19,2	2	36,5	17,6			3		5,5	7	4,2	23,4												0,4				
Con una morsa, arrotolare le estremità del filo creando un gancio, attaccandolo ai fermi dietro ai ponti, assicurandosi che scorra tre le guide.	43,8	31	33,9	25,4	0,5	38,7	15,1			6					10,4																
Tirare i fili attraverso un'altra guida (graffio).	27	17	9,4	7,05	0,6	20	3,2			6				0,3	9,4												4,1				
Utilizzando delle cesole, tagliare il filo alla lunghezza desiderata.	3	4			0,5	3				1				0,3																	
Avvolgere ogni singolo filo attorno al pirono usando la manovella tendicorde, infilandolo in un buco del pancone.	16	7			4	5	1			1,5			1,8																		
Con un martello pneumatico spingere i pironi all'interno del pancone al fine di bloccarli.	52,6	27	21,4	16,1	1,6	42,7	14,1			8					28,2																
	Punteggio forza: 1,05		Punteggio spalla: 12		Punteggio gomito: 0,7		Punteggio polso: 0			Punteggio mano: 7,2						Punteggio fattori complementari: 12															
	Moltiplicatore forza: 0,86		Moltiplicatore postura: 0,5			Moltiplicatore stereotipia: 1						Moltiplicatore fattori complementari: 0,85																			

BIBLIOGRAFIA

1. Decreto legislativo 9 aprile 2008 n°81, “*Testo Unico sulla salute e sicurezza sul lavoro*”
2. Direttiva macchine 2006/42/CE, 17 maggio 2006
3. Piergiorgio Frasca, Documento “*Ergonomia e lavoro: evoluzione di un’idea rivoluzionaria dei nostri tempi*”, 2006
4. AA.VV., *La VdR da sollevamento e trasporto carichi*”, IPSOA, Wolters Kluwer, 11/2018
5. Magosso D., “*Linee guida per la sorveglianza sanitaria dei lavoratori esposti a rischio da movimenti ripetuti degli arti superiori*”, Azienda ULSS 17
6. Colombini D., Occhipinti E., “*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*”, Medicina del lavoro, Milano, 2004
7. Luisi F., “*Patologie da sovraccarico biomeccanico dell’arto superiore: forme cliniche e problematiche medico-legali*”, INAIL, Friuli Venezia Giulia
8. Technical report ISO/TR 12295, “*Ergonomia — Documento per l’applicazione delle norme ISO alla movimentazione manuale di carichi (ISO 11228-1, ISO 11228-2 e ISO 11228- 3) e la valutazione delle posture di lavoro statiche (ISO 11226)*”, 01/04/2014
9. Norma UNI EN 614-2: “*Sicurezza del macchinario - Principi ergonomici di progettazione - Parte 2: Interazioni tra la progettazione del macchinario e i compiti lavorativi*”, 05 marzo 2009
10. Norma UNI EN ISO 7250-1: “*Dimensioni del corpo umano da utilizzare la progettazione tecnologica - Parte 1: Definizioni delle dimensioni del corpo umano e dei punti di reperi anatomico*”, 09 novembre 2017
11. Norma UNI EN ISO 14738, “*Sicurezza del macchinario - Requisiti antropometrici per la progettazione di postazioni di lavoro sul macchinario*”, 05 marzo 2009
12. Norma UNI ISO 11228-1, “*Ergonomia - Movimentazione manuale - Parte 1: Sollevamento e trasporto*”, 09 aprile 2009

13. Norma UNI ISO 11228-2, “*Ergonomia - Movimentazione manuale - Parte 2: Spinta e traino*”, 09 aprile 2009
14. Norma UNI ISO 11228-3, “*Ergonomia - Movimentazione manuale - Parte 3: Movimentazione di bassi carichi ad alta frequenza*”, 09 aprile 2009
15. Buckle P. & Devereux J., “*Work-related neck and upper limb musculoskeletal disorders, in European Agency for Safety and Health at Work*”, EU-OSHA, Bilbao, 1999.
16. Baldaconi A., Nocchi E., Rosci G., Rossi A., “*Il rischio da danno biomeccanico*”, Milano, 2010
17. Colombini, D., Occhipinti E., Grieco A., “*La valutazione e la gestione del rischio da movimenti e sforzi ripetuti degli arti superiori: analisi organizzative, indice di esposizioni OCRA, schemi di intervento, principi di riprogettazione*”, FrancoAngeli s.r.l., Milano 2000.
18. Colombini D., Occhipinti E., Fanti M., “*Il metodo OCRA per l’analisi e la prevenzione del rischio da movimenti ripetuti*”, FrancoAngeli, Milano 2011.
19. Eastman Kodak Company, “*Ergonomic design for people at work*”, Van Nostrand Reinhold, New York 1983.
20. Murrell K.F.H., “*Ergonomia: l’uomo e il lavoro*”, ISPER, Torino, 1967
21. Putz-Anderson V., “*Cumulative trauma disorders—A manual for Musculoskeletal disease of the upper limbs*”, Taylor and Francis, London and Philadelphia 1988.

SITI CONSULTATI

- <https://www.inail.it/cs/internet/comunicazione/news-ed-eventi/news/news-dati-inail-infortuni-malattie-professionali-2020.html>, consultato il 23/02/2022
- <https://www.puntosicuro.it/sicurezza-sul-lavoro-C-1/ruoli-figure-C-7/lavoratori-C-73/stress-ed-ergonomia-le-patologie-da-sovraccarico-biomeccanico-AR-11767/>, , consultato il 23/02/2022
- https://www.inail.it/cs/internet/docs/tabelle_delle_malattie_professionali_pdf.pdf?section=attivita, , consultato il 23/02/2022
- <https://blog.fenealuil.it/2021/08/16/inail-infortuni-malattie-professionali-2020/#:~:text=Le%20malattie%20professionali%20denunciate%20all,%25%2C%20sono%20ancora%20in%20istruttoria>, consultato il 23/02/2022
- <https://www.inail.it/cs/internet/docs/alg-dati-inail-2020-luglio-pdf.pdf>
- <https://www.inail.it/cs/internet/comunicazione/sala-stampa/comunicati-stampa/com-stampa-open-data-2021.html>, consultato il 23/02/2022
- https://www.inail.it/cs/internet/docs/la_norma_uni_iso_11228_3_pdf.pdf?section=attivita, , consultato il 18/02/2022
- <https://www.certifico.com/sicurezza-lavoro/documenti-sicurezza/67-documenti-riservati-sicurezza/8462-valutazione-rischio-mmc-ripetitivi-iso-11228-3-ocra-dettagliata>, , consultato il 20/02/2022
- https://www.inail.it/cs/internet/docs/ocra_pdf.pdf?section=attivita, , consultato il 24/02/2022