

1222•2022  
**800**  
ANNI



**UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA**

Università degli Studi di Padova

Dipartimento di Medicina e Chirurgia

Corso di Laurea in Scienze e Tecniche dell'Attività Motoria Preventiva e Adattata

TESI DI LAUREA

**Esercizio fisico come strumento preventivo e terapeutico nei  
disturbi muscolo-scheletrici lavoro correlati: un'analisi  
distinta tra lavoratori videoterminalisti e operativi**

Relatore:

Prof. Bergamin Marco

Correlatore:

Dott. Bortoletto Alessandro

Laureanda:

Fuser Arianna

Matricola: 2057928

Anno accademico 2022/2023

## INDICE

ABSTRACT .....	1
INTRODUZIONE .....	3
FATTORI DI RISCHIO DELLA MALATTIA PROFESSIONALE .....	5
<i>Fattori individuali</i> .....	6
<i>Fattori fisici</i> .....	7
<i>Fattori psicosociali</i> .....	9
<i>Stress mentale</i> .....	10
VIDEOTERMINALISTA .....	13
<i>Allegato XXXIV</i> .....	14
<i>Attrezzature</i> .....	14
<i>Ambiente</i> .....	15
<i>Interfaccia elaboratore/uomo</i> .....	15
MALATTIA PROFESSIONALE .....	15
<i>Disturbi della vista</i> .....	15
<i>I disturbi muscoloscheletrici</i> .....	16
LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO .....	16
OPERATIVO .....	19
LEGISLAZIONE .....	20
LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO .....	20
DISTURBI MUSCOLOSCELETRICI .....	23
LOW BACK PAIN .....	23
RACHIDE CERVICALE .....	25
SPALLA .....	26
GOMITO .....	26
POLSO/MANO .....	26
INTERVENTI DI PREVENZIONE .....	29
INTERVENTO FORMATIVO .....	29
INTERVENTO ERGONOMICO .....	29
ESERCIZIO FISICO .....	29
MATERIALI E METODI .....	31
PARTECIPANTI .....	31
STRUMENTI E APPARECCHIATURE .....	31

PROGRAMMA DI ESERCIZIO.....	31
VALUTAZIONE .....	32
ANALISI STATISTICA .....	32
RISULTATI .....	33
DISCUSSIONE .....	39
CONCLUSIONI .....	41
LIMITI DELLO STUDIO .....	41
BIBLIOGRAFIA .....	42

## **ABSTRACT**

La salute e la sicurezza in ambito lavorativo è un tema che da sempre riveste particolare attenzione a causa dell'onere sociale ed economico che deriva dalle numerose denunce di infortuni e malattie professionali lavoro correlate. Tra le malattie professionali più diffuse troviamo prevalentemente i disturbi osteo-muscolari e dei tessuti molli che insorgono in diverse categorie lavorative. Negli anni la comunità scientifica si è espressa in merito alla valenza preventiva e terapeutica dell'esercizio fisico con la necessità di comprendere la tipologia di attività e la posologia adeguata a ridurre l'impatto di disturbi muscolo-scheletrici nei lavoratori. Lo studio svolto in questione ha l'obiettivo di analizzare l'efficacia dell'esercizio fisico nella riduzione dei disturbi muscoloscheletrici nei lavoratori. Il protocollo di esercizio fisico è stato somministrato online a 39 lavoratori videoterminalisti e operativi che hanno aderito all'intervento della durata di 12 settimane per un totale di 24 sedute da 50 minuti ciascuna svolte 2 volte a settimana. I partecipanti hanno compilato un questionario a T0 e T1. I risultati post-intervento hanno dimostrato un miglioramento dello score dell'entità del dolore secondo scala VAS a livello del rachide cervicale e lombare, del polso, della spalla e del gomito nei lavoratori videoterminalisti mentre i lavoratori operativi hanno riferito una riduzione del dolore a livello della spalla, gomito e polso/mano. Inoltre, i test autosomministrati hanno evidenziato un incremento della flessibilità della catena muscolare posteriore e della spalla nei lavoratori destrimani mentre nei lavoratori mancini hanno riferito una riduzione della flessibilità della spalla dominante. Infine, i lavoratori videoterminalisti dimostrano un miglioramento della qualità di vita al contrario dei lavoratori operativi. In conclusione, il programma di esercizio somministrato online si rivela un valido strumento per la prevenzione e gestione dei disturbi muscolo-scheletrici se abbinato ad una corretta personalizzazione e aderenza da parte dei lavoratori.

Health and safety in the workplace is an issue that has always paid particular attention due to the social and economic burden that derives from the numerous reports of accidents and work-related occupational diseases. Among the most common occupational diseases we find mainly osteo-muscular and soft tissue disorders that arise in different job categories. Over the years, the scientific community has expressed itself on the preventive and therapeutic value of physical exercise with the need to understand the type of activity and the appropriate dosage to reduce the impact of musculoskeletal disorders in workers. The aim of this study was to analyze the effectiveness of physical activity protocol performed online to reduce musculoskeletal disorders in workers. Thirty-nine video-display users and operative workers took part to a 12 weeks exercise intervention, twice a week, for a total of 24 sessions. Participants completed a questionnaire at T0 and T1. Post-intervention results demonstrated an improvement in the VAS scale pain extent score at the cervical and lumbar spine, wrist, shoulder and elbow level in VDT workers while operative workers reported a reduction in pain at shoulder, elbow and wrist/hand level. In addition, self-administered tests showed an increase in posterior muscle chain and shoulder flexibility in both job categories, with the exception of left-handed workers who reported a reduction in extrarotation, abduction and flexion flexibility. Eventually, VDT workers demonstrated an improvement in quality of life on the contrary of operational workers. In conclusion, the exercise programme administered online, it proves to be a valid tool for the prevention and management of musculoskeletal disorders if combined with proper personalization and adherence by workers.

## INTRODUZIONE

La sicurezza sul posto di lavoro è una tematica che da sempre riveste particolari attenzioni da parte di organismi politici di spettro globale. In particolar modo, l'aumento di decessi e indennizzi legati a incidenti sul lavoro e malattie professionali impegna sempre più l'Organizzazione Mondiale della Sanità e l'Ufficio Internazionale del Lavoro (ILO) nel trovare strategie efficaci con l'obiettivo di migliorare la salute e la sicurezza dei lavoratori. Nello specifico, l'OMS, si prefigge tre punti fondamentali: potenziamento di politiche di sicurezza occupazionale, piani d'intervento locali e sorveglianza, implementazione di una rete di centri collaborativi per l'individuazione dei fattori di rischio unito al potenziamento della prevenzione primaria e sviluppo di un'organizzazione standard di servizi sanitari occupazionali. A livello Europeo, l'European Agency for Safety and Health at Work (EU-OSHA) si muove con l'intento di migliorare la salute dei lavoratori ma anche di ridurre i costi legati alle malattie e ai decessi. Pertanto, l'intervento dell'EU-OSHA mira a trovare evidenze scientifiche in termini di prevenzione primaria, politica e attività pratica. Nello sfondo italiano troviamo, invece, il Ministero del lavoro e delle politiche sociali, l'INAIL, il Ministero della salute, le Regioni e le Province Autonome che hanno elaborato un Piano nazionale di prevenzione sulle Malattie professionali con il fine ultimo di tutelare la salute nei luoghi di lavoro. Gli obiettivi principali diventano, quindi, lo sviluppo di competenze e conoscenze di lavoratori, datori di lavoro e figure mediche; potenziamento della capacità di registrazione, elaborazione ed analisi di dati e informazioni sull'ambiente lavorativo utili all'individuazione di fattori di rischio e di esposizione; programmazione di adeguate misure di prevenzione.

È bene prima chiarire alcuni termini utili per l'analisi di questa tematica. La «malattia correlata al lavoro» è una malattia solo parzialmente causata, o aggravata e accelerata, da fattori ambientali sfavorevoli presenti nel luogo di lavoro. Tendenzialmente, i fattori di rischio che giocano un ruolo preponderante in queste malattie sono i fattori individuali, socioculturali e ambientali. Per «malattia professionale» si intende, invece, qualunque malattia causata direttamente dall'esposizione a un fattore di rischio presente nel luogo di lavoro. Tra i fattori di rischio si individuano quello fisico, organizzativo, chimico o biologico, o una combinazione di tali fattori. In Italia, l'iter di riconoscimento di una malattia professionale è decretato dal d.m. del 9 Aprile 2008 sulla base delle “Nuove tabelle delle malattie professionali” emanate dal ministero del lavoro e della previdenza sociale. Le malattie professionali tabellate prevedono obblighi assicurativi qualora emerga l'esistenza di un nesso causale tra l'esposizione nel luogo di lavoro e la malattia, tali per cui il lavoratore è esonerato dall'onere della prova della causa lavorativa di una determinata malattia. Le malattie non tabellate, invece, richiedono la dimostrazione della causalità ad opera del lavoratore. Inoltre, è doveroso anche distinguere la malattia professionale dall'infortunio sul lavoro. L'infortunio è, infatti, definito come un qualsiasi danno, connesso al lavoro, dovuto ad una causa violenta che possa determinare una menomazione parziale o totale o la morte della persona. Dunque, l'infortunio si verifica in maniera inaspettata mentre la malattia professionale ha come caratteristica prioritaria l'esposizione a fattori di rischio, durante il lavoro, che agiscono in maniera lenta e progressiva sull'organismo, in un tempo diluito.

Le Nuove tabelle delle malattie professionali vedono l’inserimento di nuove malattie rispetto alle tabelle in vigore dal 1994. Nello specifico, emerge una particolare attenzione verso alcune tecnopatie come le malattie osteoarticolari, muscolo-tendinee e nervo-vascolari. L’incremento progressivo di questa tipologia di malattie e il rispettivo loro inserimento tra le malattie tabellate, per le quali non è richiesta l’indagine del nesso eziologico da parte del lavoratore, fa sì che negli anni si assista ad un aumento delle denunce riferite dall’INAIL. Infatti, nel 2010 si contano 42.397 denunce contro le 26.745 del 2006 (INAIL., 2011). Tale numero tende ad aumentare negli anni, infatti come riportato dalla Banca dati dell’INAIL, le denunce protocollate di malattie professionali sono state 60.774 nel 2022 con un incremento del 9,9% rispetto al 2021 ma un decremento dello 0,9% rispetto al 2019. Inoltre, è possibile notare un incremento di denunce differente a seconda del genere, infatti, da parte dei lavoratori si parla di un aumento dell’11,1% (da 40.387 a 44.859) mentre per le lavoratrici di un incremento del 6,8% (da 14.901 a 15.915). I dati raccolti nel 2022 e nei primi mesi del 2023, registrano come prime tre malattie professionali maggiormente denunciate le patologie osteo-muscolari e del tessuto connettivo, le malattie del sistema nervoso e malattie dell’orecchio, seguite dai tumori e da malattie del sistema respiratorio (Open Data INAIL., 2023).

Tabella 1: Malattie professionali denunciate nei lavoratori maschi dal 2017 al 2021 (INAIL)

	2017	2018	2019	2020	2021
Alcune malattie infettive e parassitarie (A00-B99)	6	14	11	2	3
Tumori (C00-D48)	2.463	2.463	2.404	1.553	1.653
Malattie del sangue e degli organi ematopoietici ed alcuni disturbi del sistema immunitario (D50-D89)	9	13	12	8	12
Malattie endocrine, nutrizionali e metaboliche (E00-E90)	8	5	8	3	8
Disturbi psichici e comportamentali (F00-F99)	241	258	265	163	215
Malattie del sistema nervoso (G00-G99)	3.680	4.047	4.020	3.240	4.084
Malattie dell’occhio e degli annessi oculari (H00-H59)	68	56	51	37	27
Malattie dell’orecchio e dell’apofisi mastoide (H60-H95)	4.770	4.759	4.438	3.066	3.738
Malattie del sistema circolatorio (I00-I99)	297	233	209	160	168
Malattie del sistema respiratorio (J00-J99)	2.781	2.547	2.738	1.781	1.628
Malattie dell’apparato digerente (K00-K93)	108	85	85	67	66
Malattie della cute e del tessuto sottocutaneo (L00-L99)	251	308	285	145	161
<b>Malattie del sistema osteomuscolare e del tessuto connettivo (M00-M99)</b>	<b>26.342</b>	<b>27.576</b>	<b>28.833</b>	<b>21.755</b>	<b>27.365</b>
Malattie dell’apparato genitourinario (N00-N99)	10	10	15	6	4
Sintomi, segni e risultati anormali di esami clinici e di laboratorio non classificati altrove (R00-R99)	0	0	0	1	0
Traumatismi, avvelenamenti ed alcune altre conseguenze di cause esterne (S00-T98)	13	8	6	19	22
Non determinato	1.127	1.088	1.176	901	4.160
<b>Totale</b>	<b>42.144</b>	<b>43.468</b>	<b>44.556</b>	<b>32.887</b>	<b>40.324</b>

Tabella 2: Malattie professionali denunciate nelle lavoratrici donne dal 2017 al 2021 (INAIL)

	2017	2018	2019	2020	2021
Alcune malattie infettive e parassitarie (A00-B99)	6	7	5	4	0
Tumori (C00-D48)	248	220	242	158	172
Malattie del sangue e degli organi ematopoietici ed alcuni disturbi del sistema immunitario (D50-D89)	1	5	2	0	2
Malattie endocrine, nutrizionali e metaboliche (E00-E90)	5	3	1	0	4
Disturbi psichici e comportamentali (F00-F99)	268	251	241	191	191
Malattie del sistema nervoso (G00-G99)	3.038	3.019	3.040	2.191	2.598
Malattie dell'occhio e degli annessi oculari (H00-H59)	301	271	269	151	148
Malattie dell'orecchio e dell'apofisi mastoide (H60-H95)	12	8	7	10	9
Malattie del sistema circolatorio (I00-I99)	151	168	149	81	78
<b>Malattie del sistema osteomuscolare e del tessuto connettivo (M00-M99)</b>	<b>11.268</b>	<b>11.442</b>	<b>12.108</b>	<b>8.836</b>	<b>11.107</b>
Malattie dell'apparato genitourinario (N00-N99)	12	4	5	0	0
Sintomi, segni e risultati anormali di esami clinici e di laboratorio non classificati altrove (R00-R99)	0	1	0	0	0
Traumatismi, avvelenamenti ed alcune altre conseguenze di cause esterne (S00-T98)	9	2	6	1	5
Non determinato	300	331	338	280	352
<b>Totale</b>	<b>15.852</b>	<b>15.990</b>	<b>16.640</b>	<b>12.061</b>	<b>14.878</b>

L'interesse stimolato verso i disturbi muscoloscheletrici non deriva solamente dalla necessità di preservare la salute e la sicurezza del lavoro ma anche dal bisogno di limitare l'impatto economico e i costi finanziari e sociali di tutti i paesi dell'EU, interessati da questa problematica. Un indicatore utilizzato che consente di analizzare la situazione sanitaria generale del lavoratore è il disability-adjusted life year (DALY) il quale valuta il numero di anni persi a causa dei problemi di salute, disabilità o morte prematura. Infatti, per quanto concerne i disturbi muscoloscheletrici emerge che il 15% del numero totale di anni di vita viene perso a causa di infortuni e malattie. Un secondo indicatore dell'impatto dei disturbi muscoloscheletrici è sicuramente l'assenteismo dal lavoro; infatti, in un'analisi dati del 2015 si riscontra un 53% di lavoratori assenti nell'ultimo anno e un 32% di lavoratori senza problemi di salute. Circa tre lavoratori su cinque segnalano reclami di disturbi muscoloscheletrici, prevalentemente mal di schiena e dolori agli arti superiori. A livello europeo, i DMS rappresentano il problema più grave nel 60% dei lavoratori. Nell'UE-28 una persona su cinque ha sofferto di dolore cronico alla schiena o al collo (EU-OSHA.,2019). L'aspetto critico dell'assenteismo, però, riguarda un'assenza dal lavoro prolungata nel tempo che incide sulla produzione e produttività delle imprese. Dunque, le conseguenze dei DMS risultano onerose non solo per i lavoratori, a causa di fastidi e indolenzimenti e una possibile riduzione del reddito, ma anche per i datori di lavoro a causa di una riduzione dell'efficienza aziendale e per la politica del paese perché influiscono sulla spesa sanitaria e previdenziale.

### **FATTORI DI RISCHIO DELLA MALATTIA PROFESSIONALE**

È fondamentale identificare e conoscere i possibili fattori di rischio di una malattia professionale per poter attuare strategie di prevenzione che agiscano in maniera mirata in



relazione ai diversi ambienti lavorativi. I fattori di rischio lavoro correlati si suddividono in fattori individuali, fisici o biomeccanici, psicosociali (organizzativi) e stress lavoro correlati.

### *Fattori individuali*

Un fattore individuale non modificabile da dover sicuramente considerare è l'età; i dati dimostrano che gli infortuni sul lavoro sono maggiori in fasce d'età che vanno sotto ai 34 anni e sopra ai 55 anni a differenza degli infortuni mortali che si riscontrano nelle fasce d'età più avanzate. Ciò che si pensa è che l'età più anziana sia un fattore di rischio per i disturbi muscoloscheletrici ma studi più recenti hanno visto come i soggetti più anziani abbiano livelli di rischio minori rispetto ad altri fattori di rischio per cui potrebbe non essere solamente l'età un fattore di rischio per lo sviluppo di DMS. Pertanto, sembrerebbe che l'età non sia un fattore di rischio indipendente per i DMS, ma siano gli anziani maggiormente suscettibili ai disturbi muscoloscheletrici correlati al lavoro a causa della riduzione della capacità funzionale correlata all'età e al fatto che siano chiamati a lavorare vicino alla loro capacità massima (Okunribido e Wynn, 2010). Inoltre, considerando che i DMS sono delle malattie correlate all'esposizione cronica di un fattore di rischio è plausibile che si sviluppino maggiormente nel lavoratore più anziano. Dall'altro versante, una relazione dell'EU-OSHA del 2007, dimostra che i lavoratori più giovani sono maggiormente esposti a condizioni di lavoro con aumentato rischio di sviluppo di malattie muscoloscheletriche come esposizione al rumore, alle vibrazioni, al caldo, alla manipolazione di carichi, azioni ripetitive o posizioni non ergonomiche. Inoltre, nei lavoratori giovani sembra che i fattori psicosociali e lo stress mentale giochino un ruolo significativo poiché tendenzialmente costretti a lavorare con velocità maggiori, scadenze ravvicinate e sotto pressione. Infine, sembra che i giovani abbiano meno possibilità di segnalare DMS rispetto ai soggetti più anziani. Un altro fattore di rischio da considerare è sicuramente il genere, molti studi indagano la differenza di genere in relazione all'insorgenza di disturbi lavoro correlati. Nonostante le malattie del sistema osteo-muscolare e del tessuto connettivo siano al primo posto sia per uomini che per donne si individuano delle differenze. Infatti, le donne sono prevalentemente esposte a malattie del sistema nervoso come la sindrome del tunnel carpale (il 25% rispetto al 10% degli uomini) mentre gli uomini sono più esposti al mal di schiena. Gli uomini, inoltre, sono maggiormente colpiti rispetto alle donne da malattie all'orecchio (12% dei casi contro il 0,5% delle donne) e malattie del sistema respiratorio (7%) mentre le lavoratrici sono prevalentemente soggette a tumori (6%). In molti studi emerge come le donne abbiano un rischio più alto rispetto agli uomini di sviluppare disordini muscoloscheletrici probabilmente perché più vulnerabili degli uomini (Heilskov-Hansen T., 2016). Tuttavia, non sono ancora chiare le cause che predispongono le donne a riscontrare maggiori sintomi al collo e agli arti superiori. Alcuni autori ipotizzano una differente natura dell'occupazione che solitamente differisce tra uomini e donne (Hoofman WE., 2009), possibili differenze nei requisiti fisici o organizzativi come lavori più ripetitivi e statici (Eltayeb S., 2007) oppure condizioni fisiche e psicosociali più rischiose (Wahlström J., 2005). Questo aspetto si riflette nell'attuazione di politiche di prevenzione in cui risulta necessario considerare le differenze di genere.

Anche il livello di istruzione sembra influenzare lo sviluppo di malattie muscoloscheletriche, in particolare le persone con un basso livello di istruzione sembrano essere più predisposte allo sviluppo di DMS rispetto ai lavoratori con un livello di istruzione più alto. Questo pone l'attenzione sull'importanza di una buona educazione di questi soggetti secondo un approccio preventivo (Andersen., 2014). Inoltre, alcuni studi pongono l'attenzione sulla possibile influenza della tecnica di lavoro nello sviluppo di disturbi muscolo-scheletrici. Nello specifico, una postazione di lavoro al videoterminale potrebbe richiedere l'uso prolungato di posture statiche che determinano una maggior attivazione muscolare a livello di collo, spalle, avambraccio e polso (Wahlström J., 2005). Infatti, si è visto come una tecnica di lavoro scadente sia correlata a posture vincolate o scorrette rispetto all'impiego di una buona tecnica (Lindegård A., 2003). Nei lavoratori operativi, invece, la tecnica di sollevamento di un peso è stata ampiamente studiata nel tentativo di ridurre il carico a livello dei dischi intervertebrali. Inoltre, la letteratura si è espressa anche non merito all'interpretazione di diversi aspetti dello stile di vita relativi ai disturbi muscoloscheletrici. Una prima associazione positiva è stata riscontrata tra fumo e DMS (Palmer KT., 2003). Nello specifico, la relazione era presente anche in soggetti che fumavano in passato ma con un'associazione più debole rispetto a coloro che fumano attualmente. Inoltre, uno studio ha rilevato come gli uomini rispetto alle donne potrebbero trarre maggior beneficio nell'astensione dal fumo (Andersson H., 1998). Dall'altro lato è stato dimostrato come anche il BMI sia positivamente associato ai disturbi muscoloscheletrici, in particolare l'evidenza scientifica riferisce un incremento del 20% del rischio di sviluppare dolore cronico alla schiena, al collo e alle spalle nei lavoratori con BMI elevato (Deyo RA; Bass JE., 1989) (Nilsen TI., 2011). Nonostante una possibile spiegazione di questa relazione sia stata data al carico di lavoro meccanico elevato, nello studio di Viester L. del 2013 emerge che i dipendenti con un carico di lavoro ridotto presentano un'associazione più forte tra BMI e sintomi muscoloscheletrici rispetto ai lavoratori con un carico di lavoro elevato. Dunque, sono necessari studi successivi per comprendere meglio le dinamiche di tale associazione. Inoltre, i dipendenti obesi dimostrano un minor recupero dei sintomi muscoloscheletrici agli arti inferiori rispetto a lavoratori di normopeso. Per quanto riguarda i sintomi agli arti superiori, invece, sembra che i responsabili siano i fattori metabolici.

### *Fattori fisici*

Fattori di rischio fisico sono relativi a forze biomeccaniche generate nel corpo dovute a movimentazione manuale dei carichi, movimenti ripetitivi, uso di forza, posture scorrette e vibrazioni (Punnett, L., 1997). Il fattore più impattante per il lavoratore videoterminale è la postura statica perché è costretto a mantenere una posizione seduta per gran parte del turno di lavoro ed è predisposto ad assumere posture scorrette e statiche che potrebbero favorire lo sviluppo di disturbi muscoloscheletrici soprattutto a collo, spalle e colonna vertebrale. Dunque, la comunità scientifica, nel tentativo di comprendere al meglio i meccanismi alla base delle posture statiche e incongrue, si è focalizzata sull'analisi della seduta di lavoro per poter ridurre l'insorgenza di disturbi muscoloscheletrici nei lavoratori d'ufficio. Infatti, è dimostrato come una sedia regolabile provvista di braccioli e schienale possa ridurre l'intensità e la frequenza di dolori muscoloscheletrici grazie ad una minor attività muscolare di collo, spalle e schiena e una ridotta pressione intervertebrale (Van

Niekerk SM., 2012). Dall'altro versante, il lavoratore addetto a mansioni operative è maggiormente esposto a compiti di movimentazione manuale di carichi o di macchinari e parti di essi, compiti di spinta o trazione, azioni ripetitive di arti superiori. La mobilitazione di carichi di diverso peso, grandezza e geometria richiede un grande impegno fisico da parte dell'operatore con un coinvolgimento importante delle strutture osteo-muscolari. Gli studi sperimentali ed epidemiologici, infatti, hanno consentito di fissare un valore limite di carico che consenta di proteggere i lavoratori, in base anche all'età, da un rischio di sovraccarico biomeccanico nei compiti di sollevamento manuale. Il National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) ha stabilito come limite invalicabile il valore di 3500 N che viene utilizzato anche nell'equazione di sollevamento utile per il calcolo del rischio biomeccanico. Tuttavia, questo valore consente di proteggere l'85% dei lavoratori dal rischio di fratture a livello del disco intervertebrale L5-S1 ma potrebbe provocare danni ad un 21% della popolazione (Evans., 1959) (Sonoda., 1962).

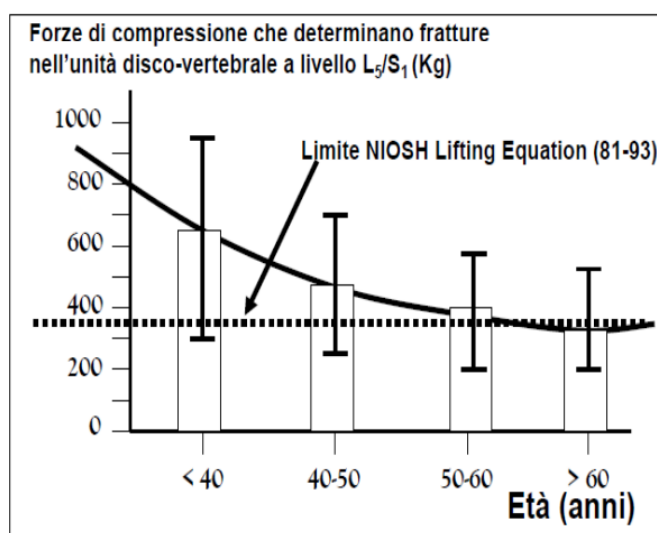


Figura 1: Valori medi che determinano fratture nelle unità funzionali lombari per classe d'età

Inoltre, in riferimento alla movimentazione di spinta e traino sembra che le forze più debilitanti per la salute del rachide siano le forze di taglio antero-posteriore rispetto alle forze compressive o di taglio laterale. Dunque, alcuni studi hanno indagato l'influenza dell'altezza della presa e del peso corporeo del soggetto nel rischio di sovraccarico lombare. Ciò che è emerso è un limite di sicurezza stabilito per un carico pari al 30% del peso corporeo nelle azioni di traino mentre un carico superiore al 40% del peso corporeo può risultare rischioso in compiti di spinta e traino. Dall'altro versante, è stato dimostrato un aumento delle forze di taglio in attività di traino con un'altezza della presa superiore all'80% rispetto la statura del soggetto e al 50% in compiti di spinta (Hoozemans MJ., 2004). Ne deriva la necessità di organizzare secondo principi ergonomici le postazioni di lavoro che prevedono azioni di spinta e traino. In ottica preventiva, infatti, è indicata l'analisi delle caratteristiche dell'ambiente di lavoro (luminosità e rumore, presenza di ostacoli o spazi consoni, superfici piane o dislivelli, temperature); del compito in termini di posture incongrue impiegate, necessità di applicazione di forza, lunghezza dei percorsi, durata, velocità e frequenza delle operazioni; dell'oggetto sulla base di adeguatezza delle

maniglie, instabilità del carico, dimensione del carico, funzionalità delle ruote, sistema di frenata. (INAIL).

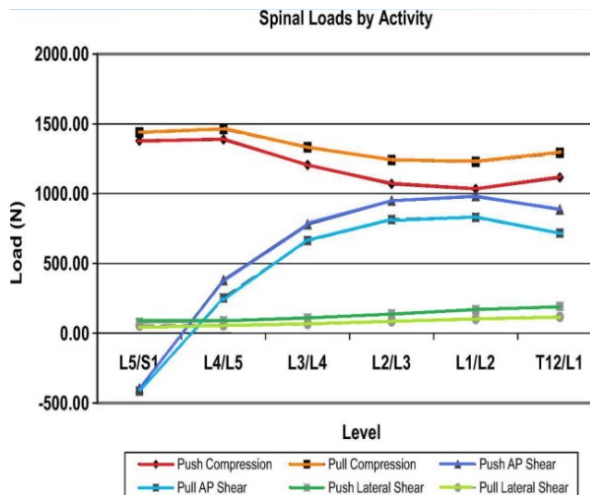


Figura 2: Carico spinale nelle diverse azioni lavorative

Dall'altro versante, alcune mansioni si basano soprattutto su compiti ripetitivi caratterizzati da cicli di azioni di breve durata oppure dalla ripetizione di un singolo gesto lavorativo per più di metà del tempo lavorativo. Tali operazioni sono spesso eseguite con carichi leggeri anche inferiori ai 3 kg ma con alte frequenze di esecuzione che possono indurre affaticamento, stress, debolezza muscolare. Si è visto come un intervento precoce basato su una riorganizzazione ergonomica del lavoro possa evitare l'insorgenza di un vero e proprio disturbo muscolo-scheletrico a livello di polso/mano e spalle nei lavoratori (Dokuztuğ F., 2006)

### *Fattori psicosociali*

Negli ultimi anni, la letteratura ha fatto un grande passo avanti nell'analisi dei fattori di rischio. Infatti, l'iniziale approccio per l'analisi dei fattori di rischio legati ai disturbi muscoloscheletrici si basava su un modello biomedico che considera il carico meccanico applicato ai tessuti muscoloscheletrici. In seguito, si è sviluppata sempre più l'idea che anche i fattori psicologici e sociali avessero una considerevole influenza sui disturbi muscoloscheletrici. In particolare, si è visto come l'emergere di un'organizzazione lavorativa disfunzionale e l'intensificazione del lavoro si riflettano nell'aumento di disturbi muscoloscheletrici e rischi psicologici. Infatti, l'organizzazione del lavoro e le pratiche di gestione sono determinanti della salute del lavoratore poiché orientano a esposizioni biomeccaniche e psicosociali che potrebbero risultare rischiose per i lavoratori. Da questo ne deriva l'evolversi di un modello ergonomico e organizzativo che incorpora i modelli bio-psicosociali dei disturbi muscoloscheletrici ma anche determinanti organizzative. Da queste nuove scoperte Roquelaure elabora un modello che definisce "*A multidimensional model of MSDs*" che prevede l'abbandono di un approccio uni-dimensionale rischio-esito di natura prevalentemente biomedica a vantaggio di un approccio integrato combinato e partecipativo.

### Stress mentale

L'Organizzazione Internazionale del Lavoro (ILO) definisce lo stress come “la risposta fisica ed emotiva dannosa causata da uno squilibrio tra le richieste percepite e le risorse percepite e le capacità di una persona per far fronte a tali richieste”. In ambito lavorativo, dunque, la mancata aderenza tra organizzazione del lavoro, struttura lavorativa, rapporti di lavoro con le possibilità e bisogni del lavoratore può comportare l'insorgenza di stress lavoro correlato (EU-OSHA,2002). Dunque, i vari aspetti dell'ambiente lavorativo come fattori fisici, organizzativi, relazionali possono essere racchiusi in fattori psicosociali del setting lavorativo (ILO/WHO, 1984). I fattori relativi al contesto lavorativo che influiscono sulla salute mentale del lavoratore sono l'ambiente in termini di adeguatezza, disponibilità, manutenzione di strumentazioni e impianti; caratteristiche del lavoro come varietà e ciclicità; carico di lavoro e ritmo di lavoro; organizzazione dell'orario lavorativo; suddivisioni e rispetto dei ruoli, possibilità di carriera; relazioni interpersonali; interfaccia casa-lavoro. Tuttavia, tutti i fattori psicosociali si possono raggruppare in sei categorie: Intensità e durata di lavoro, richiesta emotiva, mancanza di autonomia, scarsa relazione sociale, conflitti di valore, insicurezza lavorativa (Nunes F.2016).

Tabella 3: Fattori di rischio delle malattie professionali (Roquelaure., 2014)

FATTORI EXTRA-OCCUPAZIONALI	FATTORI OCCUPAZIONALI
<b>Fattori individuali</b>	<b>Biomeccanici</b>
Età Genere femminile (sindrome tunnel carpale) Predisposizione genetica Obesità Gravidanza (sindrome tunnel carpale)	Movimenti altamente ripetitivi (frequenza, velocità) Sforzi eccessivi (forza applicata, peso trasportato o spostato, Adozione di posture scomode per lunghi periodi (abduzione della spalla, flessione/estensione del gomito e del polso, flessione/torsione del busto) Ampio arco di movimenti Utilizzo del palmo o del gomito come supporto, o pressione localizzata in queste aree Esposizione a vibrazioni trasmesse alla mano Esposizione a vibrazioni trasmesse all'intero corpo Lavoro in condizioni di freddo Lunghezza di esposizione a vincoli fisici Combinazione di fattori biomeccanici (+++)
<b>Storia medica e chirurgica</b>	<b>Organizzativi</b>
Storia di tendinopatie/sindrome del tunnel/dolore lombare Diabete Reumatismi infiammatori Ipotiroidismo grave (sindrome del tunnel carpale)	Lavorare sotto pressione Tempi di ciclo molto brevi Mancanza di tempo per recuperare Rigidità delle procedure e dei controlli Mancanza di libertà individuale/collettiva Mancanza di risorse per svolgere un lavoro di alta qualità Compiti monotoni Divisione del lavoro basata sul genere
<b>Sovraccarico extra-professionale</b>	<b>Psicosociali</b>
Esercizio pesante/prolungato che sottopone a sforzi gli arti o la colonna vertebrale Attività fai da te pesanti/prolungate Giardinaggio pesante/prolungato	Stress legato al lavoro Alto carico mentale Mancanza di autonomia decisionale Mancanza di supporto della direzione Mancanza di supporto da parte dei colleghi Mancanza di supporto per il lavoro svolto

Quindi, l'espansione dei fattori di rischio analizzati richiede un intervento di sicurezza basato su diversi aspetti. In primo piano la modifica di condizioni fisiche incentrata sull'ottimizzazione del layout del posto di lavoro affiancata ad a una riconsiderazione delle dinamiche psicosociali. Dall'altro lato, invece, emerge sempre più la necessità di offrire una formazione del personale incentrata su norme e comportamenti di sicurezza unite a una corretta tecnica di lavoro che favorisce l'acquisizione di movimenti e strumenti adeguati a svolgere l'attività lavorativa in maniera più ergonomica possibile. Inoltre, si è visto come un approccio più coinvolgente e attivo da parte del lavoratore, oltre che del datore di lavoro, possa essere una strategia vincente per implementare la sicurezza e la salute nei luoghi di lavoro (Bayeh, A.D., 1999) (Roquelaure., 2018).



## **VIDEOTERMINALISTA**

Il mondo del lavoro negli ultimi anni è stato fortemente rivoluzionato in seguito all'inserimento di tecnologie innovative che hanno indotto delle trasformazioni nella gestione e organizzazione delle aziende. L'espansione della digitalizzazione ha portato molti lavoratori a utilizzare il computer o altri device durante il lavoro che li costringono a trascorrere seduti gran parte dell'orario lavorativo. Infatti, un'indagine nell'UE dimostra che il 28% dei lavoratori passa quasi tutto il tempo seduta, il 30% dichiara di mantenere una posizione sedentaria da un quarto a tre quarti del tempo e in tutta Europa il 18% rimane seduto per oltre 7,5 ore. La posizione seduta mantenuta per lunghi periodi di tempo è a tutti gli effetti un comportamento sedentario che richiede un'attenzione particolare in virtù della salute del lavoratore. Infatti, lo stare seduti per troppo tempo mantenendo una postura statica senza pause attive può indurre lo sviluppo di disturbi muscoloscheletrici o altre malattie metaboliche come il diabete. L'incremento di questo fenomeno invita gli organismi politici ad attuare strategie efficaci per ridurre l'impatto della sedentarietà nel lavoratore d'ufficio. Durante le ore lavorative, il videoterminalista esegue maggiori movimenti con la parte superiore del corpo come mani, braccia e spalle mentre è limitato nei movimenti che interessano il resto del corpo come colonna vertebrale e arti inferiori. Proprio per questo il datore di lavoro è chiamato a valutare potenziali rischi per gli occhi e la vista e possibili disturbi muscolo scheletrici. Studi epidemiologici, infatti, segnalano che il lavoratore videoterminalista riferisce prevalentemente sintomi come mal di testa e disturbi visivi a differenza di lavoratori non VDT. Si è visto come l'ambiente lavorativo potrebbe predisporre il lavoratore alla cosiddetta "sindrome da visione al computer" caratterizzata da disturbi della vista o degli occhi accusati dall'85% dei videoterminalisti oppure disturbi dell'apparato osteo- muscolare e dei tessuti molli che colpiscono il 20% dei videoterminalisti (INAIL., 2022).

## **LEGISLAZIONE**

Il D.Lgs. 81/2008 è il testo unico che regola il mondo lavorativo in termini di salute e sicurezza. Viene applicato a tutti i settori di attività, privati e pubblici, tenendo conto di tutte le tipologie di rischio. L'uso del videoterminale è disciplinato dal Titolo VII articoli 172-179 e Allegato XXXIV del D.Lgs. 81/08.

All'Art.173 sono riportate alcune definizioni per meglio chiarire alcuni concetti. Il videoterminale è uno "schermo alfanumerico o grafico a prescindere dal tipo di procedimento di visualizzazione utilizzato" e si definisce videoterminalista un lavoratore che utilizza una postazione dotata di videoterminale, in modo sistematico o abituale, per venti ore settimanali, dedotte le interruzioni di cui all'articolo 175. Infatti le norme del Titolo VII non vengono applicate ai posti di guida di veicoli o macchine; ai sistemi informatici montati a bordo di un mezzo di trasporto; ai sistemi informatici destinati in modo prioritario all'utilizzazione da parte del pubblico; alle macchine calcolatrici, ai registratori di cassa e a tutte le attrezzature munite di un piccolo dispositivo di visualizzazione dei dati o delle misure, necessario all'uso diretto di tale attrezzatura; alle macchine di videoscrittura senza schermo separato. Inoltre, nel presente titolo viene definito il posto di lavoro tale per cui i diversi elementi costituenti dovrebbero presentare



precisi requisiti minimi descritti nell'Allegato XXXIV. Il D.Lgs. 81/2008 considera diverse figure responsabili della sicurezza sul posto di lavoro alle quali affida obblighi specifici. Tra le figure principali si individua il datore di lavoro, il quale ha l'obbligo di analizzare i posti di lavoro considerando rischi per la vista e per gli occhi, problematiche relative alla postura e all'affaticamento fisico e mentale, alle condizioni ergonomiche e di igiene ambientale. Infatti, è compito del datore di lavoro valutare i potenziali rischi e attuare delle misure appropriate per ridurre i fattori di rischio presenti, in conformità con i requisiti descritti all'Allegato XXXIV 129. L'Art. 176 disciplina la sorveglianza sanitaria con particolare riferimento ai rischi per la vista e per gli occhi e per l'apparato muscolo-scheletrico. Le visite di controllo sono eseguite a cadenza quinquennale ad eccezione dei lavoratori over 50 anni o lavoratori con prescrizioni o limitazioni per i quali è biennale. Qualora ci sia un'inidoneità temporanea, il medico valuterà il tempo per la successiva visita di idoneità. Inoltre, la legge si espone anche in riferimento all'informazione e alla formazione del lavoratore; infatti, il datore di lavoro è chiamato a educare e informare il lavoratore in modo tale che metta in atto comportamenti sicuri per la propria salute.

#### *Allegato XXXIV*

L'allegato XXXIV delinea i requisiti minimi della postazione di lavoro richiesti per preservare la salute e la sicurezza del lavoratore videoterminale. La postazione di lavoro è solitamente costituita da un piano di lavoro su cui è posto il videoterminale o eventuale documentazione necessaria, da una seduta e possibili altri strumenti come stampante, lampada ecc. Dunque, i principi ergonomici si possono definire sulla base di quattro categorie: attrezzature, ambiente, interfaccia elaboratore/uomo e postura. Negli anni gli studi hanno consentito di definire i requisiti necessari per poter ridurre al minimo i rischi dei lavoratori videoterminali e favorire un'ambiente di lavoro che eviti rischi per gli occhi, la vista e muscoloscheletrici.

#### *Attrezzature*

Lo schermo deve garantire una buona definizione grazie ad una forma chiara e una grandezza consona dei caratteri nonché un giusto spazio tra di essi. È molto importante che l'immagine sullo schermo sia stabile, non presenti farfallamenti o tremolii e non ci siano riflessi e riverberi. Lo schermo, inoltre, deve essere regolabile sulla base delle caratteristiche antropometriche dell'utilizzatore in modo che lo spigolo superiore dello schermo sia posizionato più in basso rispetto alla linea orizzontale degli occhi e posto a 50-70 cm di distanza dall'utilizzatore. Anche la tastiera e i dispositivi di puntamento richiedono determinate caratteristiche. Infatti, l'operatore deve poter regolare e spostare la tastiera in modo da consentire l'appoggio degli avambracci al piano di lavoro e deve poter variare la pendenza della tastiera in modo da non sovraccaricare braccia e mani. I tasti della tastiera, invece, devono essere leggibili e di superficie opaca in modo da evitare riflessi. Infine, il mouse o altri dispositivi di puntamento devono essere facilmente raggiungibili dall'utilizzatore e posti sullo stesso piano della tastiera. Anche, il piano di lavoro deve essere consono alle necessità del lavoratore. In particolare, deve essere stabile, non riflettente, spazioso in modo da consentire vari spostamenti e il posizionamento della strumentazione congruo alla mansione dell'operatore. Inoltre, deve esserci uno spazio adeguato che consenta l'ingresso della sedia, degli arti inferiori ed eventuali braccioli e

consenta la disposizione della documentazione in modo da limitare al minimo i movimenti della testa e degli occhi. Anche il sedile di lavoro richiede specifiche caratteristiche come la comodità, la stabilità, la libertà di movimento nonché la possibilità di essere regolato e adattato alle caratteristiche antropometriche del lavoratore. Quindi, il sedile deve garantire altezze e inclinazione regolabile in modo tale da offrire supporto al rachide dorso-lombare e cambi di direzione più liberi possibili. Inoltre, qualora sia necessario il lavoratore dovrebbe avere a disposizione un poggia piedi per garantire una buona postura degli arti inferiori.

#### *Ambiente*

L'ambiente è definito dallo spazio, dalla presenza o meno di illuminazione e rumore. Lo spazio deve essere sufficiente per consentire cambi di posizione e movimenti operativi e deve avere un'illuminazione adeguata sulla base delle esigenze dell'operatore che limiti riflessi sullo schermo, contrasti di luce e abbagliamenti dell'utilizzatore, considerando quindi la disposizione di eventuali finestre presenti. Inoltre, un altro aspetto che potrebbe interferire con la capacità operativa del lavoratore è la presenza di rumore dato dai dispositivi presenti. Infine, non si devono sottovalutare le condizioni microclimatiche che potrebbero causare discomfort per il lavoratore.

#### *Interfaccia elaboratore/uomo*

Per quanto concerne l'interfaccia elaboratore/uomo, nella scelta del software il datore di lavoro deve considerare la specifica mansione del lavoratore e la preparazione del lavoratore in modo tale che il software fornisca informazioni comprensibili e segua un ritmo adatto all'operatore.

Nonostante l'attenzione rivolta alla progettazione e organizzazione dell'ambiente lavorativo, si ritiene opportuno che anche il lavoratore mantenga una postura corretta durante le ore lavorative al fine di non vanificare la disposizione ergonomica della postazione lavorativa. L'operatore seduto alla postazione di lavoro deve poter disporsi in modo da tenere la schiena dritta, con un appoggio lombare, le braccia verticali e con un appoggio degli avambracci in modo tale da non sovraccaricare la zona cervicale. Le mani devono essere parallele in modo da non mantenere posizioni incongrue dei polsi. I diversi angoli articolari dovrebbero formare un angolo retto come la caviglia, il ginocchio, l'anca. Il lavoratore dovrebbe evitare di incrociare le gambe o mantenere la testa ruotato o eccessivamente flessa o estesa. È consigliato cambiare postura di lavoro evitando però posizioni con inclinazioni o torsioni del busto, con la testa piegata in avanti, con le spalle in elevazione, e con il bacino scivolato in avanti poiché potrebbero determinare sovraccarichi del sistema muscolo-scheletrico.

## **MALATTIA PROFESSIONALE**

#### *Disturbi della vista*

Il lavoro al videoterminale richiede al soggetto di focalizzare lo sguardo al monitor del computer per periodi di tempo prolungati, determinando un sovraccarico dei muscoli dell'occhio e delle palpebre deputati al movimento di convergenza e messa a fuoco. Questa condizione potrebbe sfociare in un vero e proprio affaticamento visivo con sintomi tipici

come: bruciore e arrossamento agli occhi; stanchezza della vista; annebbiamento o sdoppiamento della vista; ammiccamento frequente o lacrimazione; fastidio alla luce; mal di testa, tensione al collo e alle spalle. Inoltre, i disturbi agli occhi non sono da sottovalutare in quanto possono costituire la base per l'insorgenza di altri disturbi muscoloscheletrici (sindrome tensiva del collo, dolori cervicali, ecc.) poiché spesso l'affaticamento visivo porta il lavoratore ad assumere una postura con la testa protratta.

### *I disturbi muscoloscheletrici*

I disturbi muscoloscheletrici rientrano nei disturbi lavoro correlati più comuni e possono interessare diversi distretti anatomici come colonna vertebrale, collo, spalle, arti superiori e arti inferiori. I disturbi muscoloscheletrici sono caratterizzati da un'affezione dell'apparato locomotore che può interessare muscoli, tendini, ossa, borse articolari, cartilagini, sistema vascolare, legamenti e nervi (EU-OSHA). Tali disturbi assumono particolare attenzione nell'ambito di salute del lavoratore in quanto sono associati a sintomi di diversa entità, da lievi a così gravi da causare disabilità e riduzione della qualità di vita nel lavoratore. Infatti, a causa di sintomi muscoloscheletrici il lavoratore si troverà costretto ad assentarsi dal lavoro o addirittura ad abbandonarlo prematuramente. L'European Foundation for the Improvement of Living and Working Condition dimostra che in Europa più del 30% dei lavoratori sono coinvolti in operazioni di movimentazione manuale dei carichi. In particolare, si osserva una differenza di genere tale per cui oltre il 40% dei lavoratori di sesso maschile sono prevalentemente addetti ad attività pesanti proprie del settore manifatturiero ed edilizio rispetto alle donne (20 % del totale) che sono maggiormente implicate nel settore della sanità che prevede anch'esso attività di movimentazione. Ciò che ne consegue è la maggior predisposizione di questi lavoratori allo sviluppo di disturbi muscolo-scheletrici correlati al lavoro, infatti dati epidemiologici riportano un 22-25% di affezioni osteo-muscolari localizzate soprattutto a livello di collo, spalle, arti e colonna vertebrale (4° EWCS., 2005). Dati relativi a statistiche dell'INAIL dimostrano come quasi un 70% delle denunce di malattie professionali tabellate nell'anno 2021 siano relative a malattie del sistema osteo-muscolare e dei tessuti molli. Come le diverse malattie professionali anche i disturbi muscoloscheletrici presentano un'etiologia multifattoriale. I fattori di rischio, quindi, possono essere distinti in fattori fisici e biomeccanici, organizzativi/sociali e individuali. I fattori di rischio fisici per i videoterminalisti sono relativi soprattutto alle posture scomode e statiche di arti e busto prolungate nel tempo. Questi fattori, tuttavia, possono essere aggravati da fattori psicosociali come elevata intensità lavorativa, bassa autostima, ritmi elevati di lavoro e pause non sufficienti, mancata possibilità di cambiare posture durante il lavoro, insoddisfazione lavorativa, controversie con la dirigenza o i colleghi. Tra i fattori di rischio individuali sono da considerare la capacità fisica e lo stile di vita e le abitudini (fumo, inattività fisica...).

### **LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO**

All'articolo 15, comma 1 del D.Lgs. 81/2008 sono riportate le misure generali per la tutela della salute nelle quali sono definiti due aspetti rilevanti. In primo piano la necessità di una valutazione di tutti i rischi nell'ambiente lavorativo e in secondo luogo viene riconosciuta l'esigenza di attuare metodi di produzione, organizzazione, postazioni e attrezzature di lavoro rispettando i principi ergonomici con il fine ultimo di ridurre gli effetti avversi di

un lavoro monotono e/o ripetitivo sulla salute. I rischi considerati sono relativi alla vista, all'affaticamento fisico e mentale e alla condizione di igiene dell'ambiente lavorativo. La norma tecnica UNI EN ISO 9241 definisce gli standard ergonomici e l'interazione uomo-macchina riportati nell'allegato XXXIV del D.Lg. 81/2008. Nello specifico la parte 1 riguarda un'introduzione generale, la parte 2 è una guida per i requisiti di diversi compiti, la parte 4 specifica i requisiti per l'uso della tastiera, la parte 5 definisce i requisiti posturali e per la configurazione del posto di lavoro, la parte 6 è una guida sull'ambiente di lavoro. Inoltre, viene utilizzata la norma tecnica ISO 11226 che valuta l'ergonomia di posture statiche di lavoro. Si definiscono posture statiche quelle posture mantenute per un tempo superiore a 4 secondi riferite a diversi distretti anatomici come tronco, testa, spalle, arti superiori (avambraccio, mani, polso) e arti inferiori (gambe e ginocchia). L'indice di rischio viene calcolato in riferimento a limiti raccomandati per ogni distretto anatomico sulla base di angoli articolari assunti e durata di mantenimento della postura. Le raccomandazioni consentono di tutelare soggetti adulti sani riducendo il rischio di carico muscoloscheletrico, affaticamento fisico, disagio e dolore a livello di distretti anatomici coinvolti. Tuttavia, il tecnico valutatore ha la possibilità di affidarsi ad una guida pratica definita Technical Report ISO/TR 12295 che consente di decidere le norme tecniche da applicare nelle specifiche condizioni lavorative. L'approccio tecnico utilizzato si basa su due step di analisi del rischio: una key enters e un quick assessment. La valutazione preliminare del rischio consente l'identificazione del rischio attraverso "key enters" che permettono di selezionare gli standard più adeguati in base alla presenza di azioni di movimentazione manuale, di spinta/traino, azioni ripetitive degli arti superiori e posture statiche di lavoro; Il secondo livello di analisi prevede una valutazione rapida semplificata di potenziali rischi (quick assessment) per ciascun segmento corporeo sulla base della quale sarà identificata una condizione accettabile per cui non è necessaria alcuna modifica, una condizione critica che richiede un intervento di riorganizzazione urgente oppure una situazione per cui è necessaria un'analisi più dettagliata. Qualora emerga una delle ultime due condizioni, la guida pratica indirizza il tecnico valutatore verso la norma tecnica ISO 11228 o 11226 più adattata per la valutazione del rischio. In seguito, sulla base dell'esito della valutazione del rischio sarà possibile ricalibrare e riorganizzare la postazione lavorativa o la modalità di lavoro. Inoltre, nel 2010, Michael Sonne et al. hanno elaborato un nuovo strumento definito Rapid Office Strain Assessment (ROSA) che consente di quantificare in maniera rapida i rischi associati ad una postazione di lavoro al computer e definire la necessità di un cambiamento sulla base del disagio del lavoratore. I fattori di rischio sono stati suddivisi in cinque aree: sedia, monitor, telefono, tastiera, mouse. Sulla base degli standard definiti dal Canadian Association (CSA) e dal Canadian Centre for Occupational Health and Safety (CCOHS) si affida un punto per la postura ideale o neutra garantita mentre per ogni fattore concomitante come regolazione della sedia veniva aggiunto un punto. La valutazione del rischio viene eseguita con un'analisi video e un foglio di lavoro. Quest'ultimo è diviso in tre sezioni: A, B, C. La sezione A analizza l'altezza della sedia, il supporto posteriore, la presenza di braccioli, la profondità della seduta; La sezione B considera il monitor e il telefono mentre la sezione C il mouse e la tastiera. Si valuta inoltre, il tempo che l'operatore trascorre per i diversi compiti come tastiera, mouse, telefono. Il punteggio di ogni sezione viene inserito in tabelle apposite che poi sono incrociate tra loro per poter valutare lo score finale. Il punteggio è definito da 1 a

10, e uno score di 5 è considerato ad alto rischio. È stata dimostrata infatti una correlazione tra livelli di disagio e l'aumento dei punteggi ROSA (Sonne M., 2012).

## OPERATIVO

In molti settori produttivi come agricoltura e industria ma anche nel settore terziario le attività operative richiedono lo svolgimento di incarichi di movimentazione manuale di carichi (MMC) che predispongono il lavoratore ad un possibile rischio da sovraccarico biomeccanico. Dunque, la presenza di differenti settori produttivi comporta la necessità di una valutazione specifica per fasi lavorative e movimentazioni manuali dei carichi diversi per dimensioni, geometrie, pesi e modalità di sollevamento. In particolare, nel territorio nazionale i settori maggiormente diffusi sono agricoltura e allevamento, artigianato, comparto manifatturiero, edilizia e grande distribuzione. Un approccio ergonomico risulta essere un intervento prioritario per la tutela del rischio da sollevamento manuale di carichi, movimentazioni di spinta/traino e azioni ripetitive di arti superiori poiché ricerca l'attuazione di una tecnica di esecuzione corretta ed efficace per ridurre al minimo la possibilità di danno alle strutture articolari coinvolte. Quindi, la tecnica di sollevamento più ergonomica raccomandata dai vari organismi politici di tutela della sicurezza sul lavoro richiede delle attenzioni specifiche. Più precisamente, tale tecnica prevede l'avvicinamento del peso al corpo prima di sollevarlo, il mantenimento del peso vicino al corpo durante il trasporto, la limitazione di movimenti bruschi e asimmetrici e qualora sia necessaria una torsione del tronco sarà necessario eseguirla assecondando lo spostamento degli arti inferiori alla rotazione del tronco. L'altezza ideale per spostare oggetti comprende l'area che va dalle spalle alle nocche delle dita, considerando le braccia lungo i fianchi, evitando così di afferrare o deporre oggetti in ripiani posti sopra la testa oppure a terra. Tuttavia, se risulta necessario riporre oggetti sopra la testa il lavoratore dovrà evitare di estendere la colonna vertebrale mentre per prelevare oggetti da terra è preferibile piegare gli arti inferiori e tenere un piede davanti all'altro per aver più stabilità. È sempre consigliato distribuire un grande carico in carichi più piccoli e preferibilmente distribuiti su entrambe le braccia o ancora meglio utilizzare ausili per il trasporto. Soprattutto nei compiti di spinta o traino l'ausilio di maniglie per la prensione dell'oggetto o carrelli con ruote in gomma a basso attrito in pavimenti non scivolosi consentono di ridurre lo sforzo fisico del lavoratore (Pope., 2002) Per le postazioni di lavoro che richiedono il mantenimento di una posizione ortostatica del soggetto è consigliato posizionare il piano di lavoro ad un'altezza congrua per il soggetto in modo tale da evitare l'assunzione di posture asimmetriche di flessione o torsione del tronco (INAIL., 2012).

Tabella 4: Malattie osteo-muscolari e del tessuto connettivo denunciate dal 2017 al 2021

	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>
Artropatie (M00-M25)	3.858	3.942	4.128	3.147	3.852
Disturbi sistemici del tessuto connettivo (M30-M36)	2	4	2	0	0
Dorsopatie (M40-M54)	17.004	16.822	17.329	12.658	16.278
Disturbi dei tessuti molli (M60-M79)	16.715	18.225	19.462	14.767	18.330
Osteopatie e condropatie (M80-M94)	21	25	20	19	12
<b>Totale</b>	<b>37.610</b>	<b>39.018</b>	<b>40.941</b>	<b>30.591</b>	<b>38.472</b>

## **LEGISLAZIONE**

La movimentazione manuale dei carichi è disciplinata dal Titolo VI, articoli 167-171 e Allegato XXXIII del D.Lgs.81/08. L'articolo 167 del titolo VI definisce la movimentazione manuale dei carichi come azioni di trasporto o di sostegno, comprese manovre di sollevamento, traino, spinta, deposizione e spostamento di un carico, eseguite da uno o più lavoratori che unite a condizioni ergonomiche sfavorevoli possono determinare un danno a strutture osteo-muscolari, muscolotendinee e nervovascolari soprattutto a livello del rachide dorso-lombare comportando così un rischio per lo sviluppo di patologie da sovraccarico biomeccanico. L'articolo 168 definisce, invece, gli obblighi del datore di lavoro volti all'attuazione di misure organizzative e mezzi appropriati che consentano di limitare i compiti di movimentazione manuale dei carichi da parte dei dipendenti. Qualora non sia possibile l'allegato XXXIII definisce diversi elementi e fattori di rischio da considerare al fine di prevenire il rischio da danno biomeccanico. Gli elementi di riferimento considerati si dividono in 4 categorie: caratteristiche del carico, sforzo fisico richiesto, caratteristiche dell'ambiente di lavoro, esigenze connesse all'attività. Il carico meccanico può esacerbare patologie da sovraccarico biomeccanico se risulta essere troppo pesante, instabile, difficile da movimentare a tal punto da costringere l'operatore a mantenere posture incongrue di torsione o inclinazione del tronco. Lo sforzo fisico invece è determinato da movimenti effettuati in posizioni instabili o di torsione del tronco o da sollevamenti bruschi del carico. Anche le caratteristiche dell'ambiente di lavoro possono influire sul rischio di patologie da sovraccarico biomeccanico, in particolare lo spazio deve essere sufficientemente ampio da consentire l'adempimento della mansione lavorativa da parte dell'operativo e il pavimento non deve essere scivoloso, instabile o con dislivelli. Inoltre, è opportuno controllare che la temperatura, l'umidità e la ventilazione siano consone alla mansione lavorativa. Tuttavia, la stessa attività lavorativa di movimentazione manuale dei carichi può determinare un rischio biomeccanico per il lavoratore qualora venga eseguito uno sforzo fisico troppo frequente o prolungato nel tempo, senza periodi di pausa o con ritmo imposto non controllabile dal lavoratore e con distanze di trasporto o sollevamento troppo grandi. I fattori di rischio individuali che possono predisporre il lavoratore ad un rischio da movimentazione manuale del carico sono l'idoneità fisica sulla base di età e genere, l'utilizzo di indumenti, calzature o effetti personali del lavoratore inadeguati alla mansione svolta, conoscenze insufficienti o formazione inadeguata del lavoratore. L'articolo 169 definisce i doveri del datore di lavoro in merito all'informazione, formazione e addestramento dei lavoratori. Infatti, il datore di lavoro deve garantire una formazione adeguata per i dipendenti in merito ai rischi lavorativi e all'esecuzione corretta delle manovre e procedure di movimentazione manuale dei carichi. Gli articoli 170 e 171 delineano le sanzioni a carico del datore di lavoro, del dirigente e del preposto.

## **LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO**

Il D.Lg. 81/2008, all'articolo 168, comma 3, indica l'utilizzo delle norme tecniche ISO 11228 (parti 1-2-3) per la valutazione del rischio da movimentazione manuale dei carichi, movimenti manuali di spinta e traino e gestione manuale di carichi leggeri ad alta frequenza. Ai fini della valutazione del rischio, il tecnico valutatore può disporre della Technical Report ISO/TR 12295, una guida pratica per la scelta della norma tecnica da utilizzare e diversi metodi che consentono l'applicazione delle norme tecniche, tra cui

elenchiamo il metodo NIOSH, OCRA e Snook Ciriello. La UNI ISO 11228-1 “Ergonomia - Movimentazione manuale - parte 1: sollevamento e trasporto” propone un approccio concorde al metodo NIOSH. Tale metodo si basa sul calcolo del rapporto tra peso sollevato e peso limite raccomandato per ogni compito di sollevamento. Nello specifico, viene utilizzata un’equazione che include peso sollevato e sei fattori con effetto moltiplicativo sulla massa considerata. Per ciascun fattore è associato un valore compreso tra 0 e 1, in cui 1 equivale a nessun rischio e un qualsiasi valore inferiore a 1 può determinare un valore di rischio aggiuntivo. I fattori considerati sono: altezza, dislocazione, fattore orizzontale, asimmetria, presa, frequenza. Il fattore altezza è definito come l’altezza delle mani del lavoratore da terra all’inizio del sollevamento rispetto alla fine del compito, dislocazione identifica lo spostamento verticale in cm dall’inizio alla fine del movimento; il fattore orizzontale è la distanza del carico sollevato dal corpo del soggetto; il fattore asimmetria individua l’impiego di rotazioni assiali del tronco sul piano sagittale del soggetto; il fattore presa giudica la qualità della presa del carico; il fattore frequenza prevede il calcolo della frequenza dei sollevamenti (atti/minuto) in relazione alla durata totale del compito. Inoltre, il metodo NIOSH differenzia il rischio in relazione al genere e all’età del soggetto. Si considera un peso di riferimento di massimo 25 kg per lavoratori maschi tra i 18 e i 45 anni, un peso massimo di 20 kg per lavoratori maschi fino ai 18 anni e oltre i 45 anni e lavoratrici donne tra i 18 e i 45 anni, mentre un peso massimo di 15 kg è definito per lavoratrici fino ai 18 anni e oltre i 45 anni. In relazione al valore dell’indice di sollevamento, dato dal rapporto tra peso sollevato e peso limite raccomandato, è possibile identificare l’entità del rischio relativo al compito specifico preso in esame. A seconda del valore dell’indice di sollevamento (LI) si individuano aree di diverso colore a cui corrispondono interpretazioni e misure preventive conseguenti. Nel caso in cui l’indice di rischio sia inferiore a 0,85 ci si trova in una area verde priva di rischio per cui non è necessaria alcuna modifica. Al contrario un LI superiore a 3,0 rientra in un’area rosso intenso che identifica un rischio elevato per cui è richiesta un’immediata riprogettazione dell’organizzazione e della postazione lavorativa.

Tabella 5: indice di sollevamento secondo il metodo NIOSH

Valore di lifting index (LI)	Livello di esposizione	Interpretazione	Misure preventive conseguenti
<b>LI ≤ 0,85</b> <b>AREA VERDE</b>	Accettabile; Nessun rischio	Esposizione accettabile per la maggior parte della popolazione lavorativa di riferimento (considerata per genere e fascia d’età)	Accettabile: nessuna conseguenza
<b>0,85 &lt; LI ≤ 1,0</b> <b>AREA GIALLA</b>	Borderline o esposizione molto bassa	Esposizione accettabile per la maggior parte della popolazione lavorativa di riferimento. Tuttavia una parte non trascurabile della stessa potrebbe essere esposta a livelli di rischio molto bassi.	Se possibile migliorare fattori strutturali o adottare altre misure organizzative; formare gli addetti.
<b>1,0 &lt; LI &lt; 2,0</b> <b>AREA ROSSO LIEVE</b>	Rischio presente: livello lieve-moderato	Una parte significativa della popolazione lavorativa potrebbe essere esposta ad un livello di rischio lieve-moderato.	Riprogettare appena possibile e comunque a MEDIO TERMINE i compiti e i posti di lavoro secondo priorità. Formare gli addetti ed attivare la Sorveglianza Sanitaria.
<b>2,0 ≤ LI &lt; 3,0</b> <b>AREA ROSSO MEDIO</b>	Rischio presente: livello significativo	Una parte più ampia della popolazione lavorativa potrebbe essere esposta ad un livello significativo di rischio.	Riprogettare a BREVE TERMINE i compiti e i posti di lavoro secondo priorità. Formare gli addetti ed attivare la Sorveglianza Sanitaria.
<b>LI ≥ 3,0</b> <b>AREA ROSSO INTENSO (violetto)</b>	Rischio presente: livello elevato	Assolutamente non adeguato per la maggior parte della popolazione lavorativa	Riprogettare IMMEDIATAMENTE i compiti e i posti di lavoro. Formare gli addetti ed attivare la Sorveglianza Sanitaria.



Per quanto concerne l'applicazione della norma tecnica ISO 11228-2 definita "Ergonomia - movimentazione manuale – parte 2 - spinta e trazione" il metodo più utilizzato è quello sintetizzato da Snook e Ciriello (1991). I risultati sono riportati in tabelle psicofisiche definite sulla base delle capacità fisiche e limitazioni dei lavoratori. I valori dedotti coprono il 90% delle rispettive popolazioni adulte sane. Per il calcolo di azioni di spinta e tirata si ricorre a dinamometri che consentono la quantificazione delle forze impiegate nella fase iniziale e nella fase di mantenimento del compito. È fondamentale, quindi, eseguire il calcolo con l'applicazione di dinamometri in condizioni operative reali che ripropongano le stesse velocità e accelerazioni del compito analizzato e scegliere il peggior valore calcolato. Al contrario per le azioni di trasposto su piano ci si affida al calcolo del peso limite raccomandato. Dunque, nelle tabelle sono annotati i valori limite raccomandato relativi ad azioni di spinta, traino e trasporto in piano. Inoltre, le forze massime iniziali e le forze massime di mantenimento sono definite in funzione del sesso, distanza di spostamento, frequenza delle azioni e altezza delle mani da terra. Infine, l'indice sintetico di rischio relativo ai compiti di traino e spinta è valutato attraverso il rapporto tra sforzo limite raccomandato e lo sforzo effettivamente movimentato. Sulla base del valore ottenuto si dovrà poi intervenire su organizzazione e postazione lavorativa.

Tabella 6: Indice di rischio secondo il metodo Snook e Ciriello

Indice sintetico di rischio	
<b>≤ 0,75 (area verde)</b>	La situazione è accettabile e non è richiesto alcuno specifico intervento.
<b>compreso tra 0,76 e 1,25 (area gialla)</b>	La situazione si avvicina ai limiti, una quota della popolazione (stimabile tra l'11% e il 20% di ciascun sottogruppo di sesso ed età) può essere non protetta e pertanto occorrono cautele, anche se non è necessario un intervento immediato. E' comunque consigliato attivare la formazione e la sorveglianza sanitaria del personale addetto. Laddove ciò sia possibile, è preferibile procedere a ridurre ulteriormente il rischio con interventi strutturali ed organizzativi per rientrare nell'area verde.
<b>&gt; 1,25 (area rossa)</b>	La situazione può comportare un rischio per quote rilevanti di soggetti e pertanto richiede un intervento di prevenzione primaria. Il rischio è tanto più elevato quanto maggiore è l'indice e con tale criterio dovrebbe essere programmata la priorità degli interventi di bonifica.
<b>&gt; 3 (area viola)</b>	Per situazioni con indice maggiore di 3 vi è necessità di un intervento IMMEDIATO di prevenzione; l'intervento è comunque necessario e non a lungo procrastinabile anche con indici compresi tra 1,25 e 3.

La norma tecnica ISO 11228-3 "Ergonomia - Movimentazione manuale - Parte 3: Movimentazione di bassi carichi ad alta frequenza" viene utilizzata per la valutazione di azioni ripetute degli arti superiori eseguite con carichi leggeri (< 3 kg) ad alte frequenze (> 10 volte/minuto). Il metodo preferenziale impiegato in queste condizioni lavorative è il Metodo OCRA (Occupational Repetitive Actions). Tale metodo consiste in un'analisi video delle azioni eseguite dal personale addetto e una precisa osservazione delle stesse ai fini della valutazione del rischio. L'indice di rischio è decretato da un'analisi sintetica e integrata di alcuni fattori di rischio presi in esame come numero di pezzi prodotti, tempo netto di lavoro ripetitivo, pause, forza applicata, posture e fattori complementari.

Tabella 7: Indice di rischio secondo il metodo OCRA

Valore indice OCRA	Livello di rischio	Conseguenza
≤ 2,2 (verde)	Nessun rischio. La previsione (PA) per UL-WMSD non è significativamente differente da quella attesa per la popolazione di riferimento	Accettabile: nessuna conseguenza
2,3-3,5 (gialla)	Rischio molto lieve la previsione (PA) per UL-WMSD è più elevata della precedente ma minore del doppio di quella attesa per la popolazione di riferimento	Migliorare i fattori di rischio strutturali (postura, forza, azioni tecniche, ecc.) o adottare altre misure organizzative
> 3,5 (rossa)	Rischio. La previsione (PA) per UL-WMSD è più che doppia di quella attesa per la popolazione di riferimento	Riprogettare compiti e posti di lavoro secondo le priorità

Ai fini della valutazione di posture di lavoro in piedi ci si avvale della norma tecnica ISO 11226 descritta anche per i lavoratori videoterminalisti. Viene utilizzata anche la norma tecnica UNI EN 1005-2 relativa alla movimentazione manuale di macchine e di parti di esse. La norma viene applicata a movimentazione manuale di oggetti di 3 kg o più e per un trasporto minore di 2 metri tramite l'utilizzo del macchinario.

## DISTURBI MUSCOLOSCHIELETRICI

### LOW BACK PAIN

La Lombalgia o low back pain è definita come un evento acuto di dolore localizzato in sede lombare con irradiazione fino alla piega glutea della durata di almeno un giorno e seguito da un periodo asintomatico di almeno tre mesi. L'episodio può decretare l'assenza dal lavoro e difficoltà nelle attività della vita quotidiana. Il low back pain cronico, invece, è diagnosticato in presenza di una sintomatologia che persiste per almeno 3 mesi. Il low back pain può essere determinato dalla degenerazione del disco intervertebrale, un processo che si verifica fisiologicamente con l'invecchiamento ma può essere accelerato da altri fattori. Più precisamente si verifica una degenerazione delle sostanze contenute all'interno del disco, i proteoglicani responsabili delle capacità meccaniche del disco intervertebrale. L'alterazione strutturale determina un cambiamento biochimico che evolve in una disidratazione del disco intervertebrale che nel tempo conduce ad una perdita di volume del disco con conseguente riduzione dello spazio interdiscale e l'avvicinamento dei corpi vertebrali. Questo fenomeno è responsabile di un iniziale processo artrosico dei corpi vertebrali con formazione di piccoli speroni ossei lungo il margine vertebrale definiti osteofiti. A livello cervicale, l'artrosi si manifesta con dolore e formicolii al braccio e mani mentre a livello lombo-sacrale la sintomatologia si irradia all'arto inferiore. Una conseguenza della progressiva instabilità vertebrale è l'ernia del disco ovvero la fuoriuscita del nucleo polposo, parte interna del disco intervertebrale che attraversa l'anello fibroso che lo racchiude con possibilità di comprimere la radice nervosa. Si differenzia la lombalgia dalla Lombosciatalgia ovvero una sintomatologia irradiata all'arto inferiore lungo il decorso metamero del nervo interessato, il nervo Sciatico. La Lombocruralgia, invece, interessa le radici più alte (L2-L4) e il dolore si irradia a livello della coscia

anteromediale fino al ginocchio. Queste patologie rappresentano una delle condizioni di salute più rilevanti in ambito lavorativo, infatti, il National Institute of Occupational Safety and Health (NIOSH) riporta che il 70% della popolazione generale soffre di lombalgia nell'arco della vita. Diversi fattori di rischio legati al lavoro sono correlati al low back pain come sollevamento di carichi, movimenti di forza, vibrazioni e posture statiche. Dunque, i lavoratori addetti a compiti di movimentazione manuale dei carichi devono essere tutelati al fine di limitare il rischio di disturbi osteo-muscolari. Negli anni, infatti, diversi studi hanno cercato di indagare le possibili differenze di pressione interdiscale in relazione a differenti esecuzioni di sollevamento di un carico. Un noto studio di Wilke (1999) eseguito su un solo soggetto in vivo ha evidenziato che piegarsi in avanti con la schiena comporta un aumento della pressione intradiscale sia in posizione seduta sia in stazione eretta. Inoltre, il sollevamento di un carico di 20 kg in ortostatismo con la schiena inclinata anteriormente e le gambe distese determina un aumento della pressione intradiscale di 4,5 volte rispetto ad una posizione supina. Mentre l'impiego di una postura con schiena dritta e gambe piegate consente di ridurre del 25% la pressione intradiscale durante un'attività di sollevamento di un carico da 20 kg.

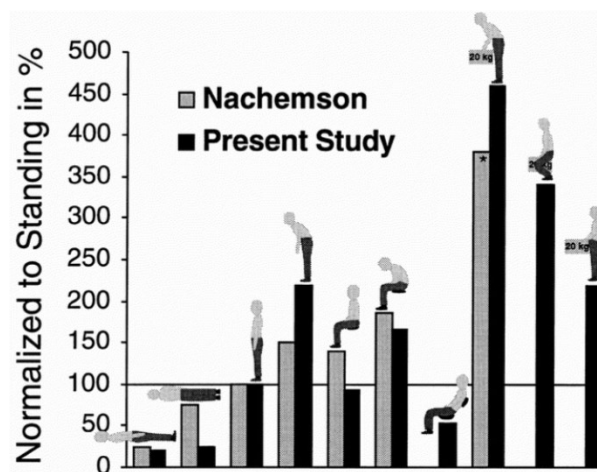


Figura 3: Pressione intradiscale in diverse posizioni e attività (Wilke HJ., 1999)

In un contesto lavorativo d'ufficio in cui i lavoratori si trovano a trascorrere gran parte del tempo seduti alla scrivania o lavorando al computer, il fattore scatenante potrebbe essere la postura statica. Negli anni, infatti, la comunità scientifica ha cercato di dimostrare una relazione tra postura statica e low back pain, apportando però evidenze contrastanti. Alcuni studi riscontrano una maggior pressione intradiscale determinata dalla posizione seduta rispetto ad una postura in piedi ma studi più recenti confermano che entrambe le posture sono associate a Low back pain, per cui risultano necessari studi successivi per confermare l'ipotesi che la posizione seduta non comporti un rischio significativamente maggiore (Li JQ., 2022). Tuttavia, alcuni studi rivelano come nemmeno un lavoro statico in posizione ortostatica possa essere sostituito alla posizione seduta nel tentativo di ridurre l'insorgenza di Low back pain (De Carvalho D., 2020). Inoltre, è stato dimostrato che la posizione seduta aumenta la pressione del disco intervertebrale soprattutto a livello del rachide lombare a seconda di varie condizioni. Infatti, l'entità della pressione intradiscale è influenzata dalla tipologia di sedia, dal compito lavorativo e dalla specifica posizione

seduta mantenuta per un tempo prolungato. Nello specifico, la compressione della colonna è maggiore in una sedia rigida rispetto ad una sedia dinamica e il supporto dello schienale consente di ridurre la pressione intradiscale come anche l'appoggio degli avambracci alla scrivania nei compiti di digitalizzazione. Nonostante negli anni sia sempre stata promossa una postura seduta con la schiena dritta, alcuni studi segnalano che il mantenimento del tronco inclinato in avanti determini un' aumentata pressione intradiscale mentre un' inclinazione posteriore del tronco riduca la pressione intradiscale (Pope MH., 2002). Dall'altra parte gli effetti di un lavoro statico da seduti è stato studiato massicciamente soprattutto durante la pandemia covid-19, durante la quale molti lavoratori si sono visti costretti a lavorare da casa in una posizione seduta, determinando così un aumento del 20-30% nella prevalenza di sintomi dei disturbi muscoloscheletrici principalmente in collo e low back pain. Tuttavia, ciò che emerge è sempre la natura multifattoriale dei DMS per cui durante la pandemia fattori psicosociali possono aver giocato un ruolo chiave nello sviluppo di sintomi muscolo-scheletrici oltre alla presenza di fattori fisici e ridotta attività fisica (Gomez IN., 2023).

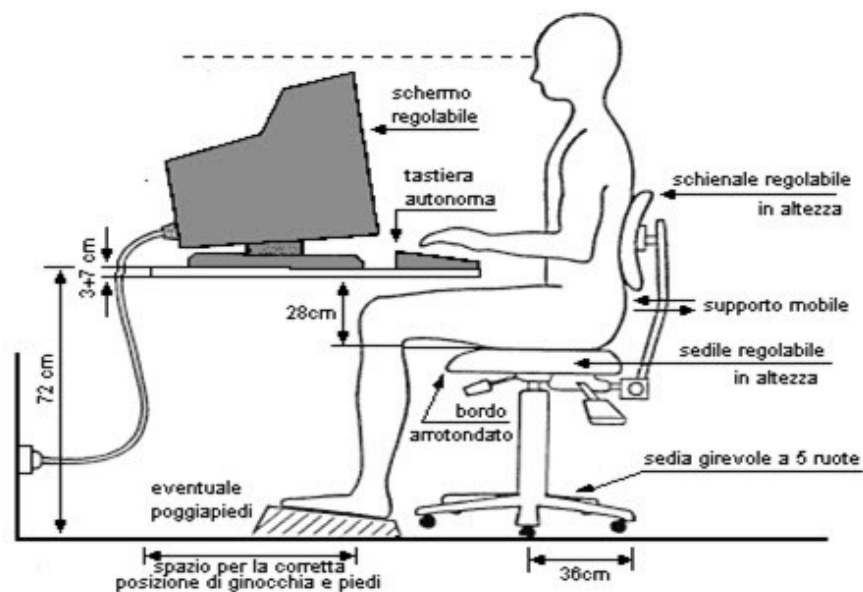


Figura 4: Postazione lavoro di ufficio ergonomica

## RACHIDE CERVICALE

La cervicalgia o Neck pain è un dolore localizzato a livello del rachide cervicale che si estende dalla linea nucale superiore al processo spinoso della prima vertebra spinale. I lavoratori videoterminalisti presentano un' elevata prevalenza di MSD determinata dal mantenimento di posture scomode e statiche e movimenti ripetuti degli arti superiori. Infatti, gli impiegati mostrano una prevalenza dal 40% all'80% di dolore al collo e spalle. Tra i fattori di rischio che correlano significativamente con il dolore al collo riscontriamo fattori individuali come sesso femminile, fumo e comorbidità; fattori psicosociali come una bassa soddisfazione lavorativa o una ridotta variabilità delle attività lavorative; posture scomode come una posizione della tastiera troppo vicina al corpo (De Costa., 2010) (Jun D., 2017). La letteratura non si trova in accordo nello stabilire una relazione positiva tra lavoro al computer e dolore al collo. Tuttavia, sembrerebbe che la tecnica di lavoro e

l'organizzazione della postazione di lavoro possano avere un'influenza negativa per lo sviluppo di sintomi al collo. Infatti, alcuni studi riportano un peggioramento dei sintomi in lavoratori che non avevano un supporto per l'avambraccio o assumevano una posizione di flessione eccessiva del capo (Bayed A.D., 1999). Inoltre, ci sono prove, seppur limitate, che l'utilizzo del mouse a differenza dell'uso della tastiera sia correlato allo sviluppo di sindrome da collo teso (Waersted M., 2010) (Hoe VC., 2012) mentre sembrerebbe che la durata dell'uso del computer e il tempo di pausa non siano associati al dolore al collo (Deokhoon J., 2017).

## **SPALLA**

I disturbi alla spalla più diffusi sono le tendiniti e la periartrite scapolo-omerale. La tendinite della cuffia dei rotatori si presenta come un'infiammazione di uno o più tendini della spalla. Se l'infiammazione colpisce la borsa si parla di Borsite. Talvolta l'infiammazione può interessare il capo lungo del Bicipite Brachiale. Talvolta può presentarsi una tendinite definita calcifica caratterizzata dalla deposizione di calcio a livello dei tendini della cuffia dei rotatori. La periartrite scapolo-omerale, invece, è un'infiammazione cronica che coinvolge diverse strutture dell'articolazione della spalla come capsula articolare, tendini, legamenti, borse. Questo disturbo ha un'insorgenza notturna con dolore di intensità e durata variabile unito a limitazione dei movimenti dell'articolazione. I fattori di rischio che correlano positivamente con il dolore alla spalla sono fattori psicosociali, lavoro fisico pesante (Da Costa B., 2010) e ripetitività e posture incongrue dell'articolazione (Buckle P W., 2002).

## **GOMITO**

I due disturbi più comunemente presenti a livello del gomito sono l'epicondilite e l'epitrocleeite. Il primo si definisce anche "gomito del tennista" ed è caratterizzato da un dolore localizzato a livello della porzione laterale del gomito. Talvolta, il movimento può esacerbare il dolore e dare una sensazione di debolezza del braccio. L'epitrocleeite invece chiamata anche "gomito del golfista" si presenta con un dolore mediale del gomito che si intensifica con il movimento. Talvolta, a causa di traumi o compressioni a livello del gomito può svilupparsi un processo infiammatorio a carico della borsa noto come borsite olecranica caratterizzato da dolore, tumefazione e riduzione del movimento. Tra i fattori di rischio per disturbi al gomito si individuano: lavoro al computer, lavoro fisico pesante, vibrazioni, BMI elevato, genere femminile, età avanzata (Da Costa B., 2010) e una combinazione di fattore forza, ripetitività e posture incongrue (Buckle P W., 2002).

## **POLSO/MANO**

Un disturbo comunemente riscontrabile è la sindrome del tunnel carpale, una compressione nervosa a livello del polso. Tale sindrome si manifesta con sintomi come dolore, formicolii e intorpidimento in corrispondenza del primo, secondo, terzo dito e parte del quarto, zone innervate dal nervo mediano. La sintomatologia si esacerba soprattutto di notte e può irradiarsi fino all'avambraccio e determinare alterazioni della sensibilità e della forza di mano e dita. Un altro disturbo da compressione nervosa è la sindrome del tunnel cubitale che coinvolge il nervo ulnare e si manifesta con dolori tipici a livello palmare del 5° e 4° dito. A livello di polso-mano possono insorgere tendiniti che determinano dolore al movimento e gonfiore locale. A livello delle mani sono facilmente riscontrabili

tendinopatie che interessano i tendini dei muscoli flessori ed estensori delle dita e presentano la caratteristica peculiare del cosiddetto “dito a scatto”. Un altro disturbo tipico è la sindrome di De Quervain determinata da un’infiammazione delle guaine e dei tendini dei muscoli abduktore lungo ed estensore breve del pollice a cui consegue un dolore al pollice che è esacerbato dal movimento. I sintomi comunemente riscontrabili in questa tipologia di disturbi sono senso di fastidio, dolore, intorpidimento, rigidità, riduzione o perdita di forza. I fattori di rischio sono lavoro al computer, lavoro fisico pesante, posture scomode, lavoro ripetitivo, BMI, età anziana, genere femminile, vibrazioni (Da Costa B., 2010). Inoltre, si possono presentare osteoartropatie di spalla, gomito e polso.

Tabella 8: Estratto tabelle delle malattie professionali

Estratto delle tabelle delle malattie professionali. Patologie del rachide	
MALATTIE	LAVORAZIONI
<b>Tabella delle malattie professionali nell'industria</b>	
Ernia discale lombare (M51.2)	
	a)Lavorazioni svolte in modo non occasionale con macchine che espongono a vibrazioni trasmesse al corpo intero: macchine movimentazione materiali vari, trattori, gru portuali, carrelli sollevatori, imbarcazioni per pesca professionale costiera e d'altura. b)Lavorazioni di movimentazione manuale di carichi svolte in modo non occasionale in assenza di ausili efficaci
<b>78) Malattie da sovraccarico biomeccanico dell'arto superiore</b>	
a) Tendinite del sovraspinoso (M75.1)	Lavorazioni svolte in modo non occasionale, che comportano a carico della spalla movimenti ripetuti, mantenimento prolungato di posture incongrue
b) Tendinite del capo lungo bicipite (M75.2)	
c) Tendinite calcifica (morbo di Dupuytren) (M75.3)	
d) Borsite (M75.5)	
e) Epicondilitis (M77.0)	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 (M77.1)	
g) Borsite olecranea	Lavorazioni, svolte in modo non occasionale, che comportano un appoggio prolungato sulla faccia posteriore del gomito
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	
j) Sindrome del tunnel carpale; altre	
	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 della regione del carpo.



## **INTERVENTI DI PREVENZIONE**

### **INTERVENTO FORMATIVO**

Tra i programmi di prevenzione per la tutela della salute e della sicurezza nei lavoratori troviamo l'intervento di formazione e educazione del lavoratore. Si ipotizza che questo intervento possa rendere la persona più consapevole dei possibili rischi legati al lavoro in modo tale da attuare le attenzioni e i comportamenti di sicurezza corretti per salvaguardare la propria salute in ambito lavorativo. Nonostante l'ipotesi di fondo, alcune revisioni non riportano effetti significativi di interventi di formazione e di informazione nella prevenzione di assenze per malattia ed episodi di LBP. Un'educazione basata totalmente su un modello biomedico basato su biomeccanica, tecniche di sollevamento, posture ottimali non è raccomandato nella prevenzione del low back pain. Nonostante non ci siano ancora prove sufficienti sembra che un'educazione fondata sul modello psicosociale volto alla promozione dell'attività e di strategie di coping possa prevenire l'assenteismo dal lavoro per lombalgia (Burden., 2005). Infatti, come delineato nel modello multidimensionale di Roquelaure, l'informazione del lavoratore favorisce la sua partecipazione attiva che unita all'interesse e all'impegno del datore di lavoro potrebbe rivelarsi una chiave vincente nella prevenzione di disturbi muscoloscheletrici.

### **INTERVENTO ERGONOMICO**

Nonostante l'importanza attribuita all'ergonomia della postazione di lavoro, la letteratura scientifica non riscontra una congruità di risultati che approvino l'efficacia dell'intervento ergonomico. Alcuni studi hanno riscontrato un buon effetto nella riduzione della prevalenza e gravità del LBP mentre altri, al contrario, non hanno riportato un vantaggio dell'intervento ergonomico in merito alla riduzione dell'esposizione a fattori di rischio. Quindi, l'intervento ergonomico da solo non può essere raccomandato per prevenire il Low back pain. Inoltre, sembrerebbe che un programma basato sull'ergonomia possa ridurre la sintomatologia del dolore a collo, spalle e braccia nel lungo termine ma non nel breve termine (Verhagen et al., 2013). Tuttavia, nonostante si presupponga che un intervento di ergonomia fisica combinato ad una componente organizzativa/informativa possa condurre a miglioramenti della sintomatologia, una systematic review dimostra come questa tipologia di intervento combinato non apporti effetti significativi su intensità e durata del dolore agli arti superiori e al collo (Hoe VC., 2012).

### **ESERCIZIO FISICO**

La letteratura dimostra l'efficacia di un intervento di esercizio fisico nella prevenzione del low back pain cronico e nella riduzione di recidive. Una recente metanalisi di Gobbo et al. mostra l'efficacia di programmi di esercizio fisico somministrati sul posto di lavoro in maniera supervisionata o tramite video. Nello specifico, esercizi di forza e allungamento per la regione addominale e gli arti inferiori sembrano ridurre la sintomatologia del low back pain (Gobbo S., 2019) Tuttavia, non ci sono prove sufficienti per poter raccomandare una determinata tipologia di esercizio o una posologia ideale. Infatti, nonostante alcuni risultati significativi, sussistono differenze tra i protocolli studiati con tempi che vanno dai 3 ai 12 mesi, da 1 a 5 giorni alla settimana e da 10/15 minuti a 60 minuti per sessione che non consentono un'uniformità di evidenza scientifica. Dall'altro versante, emerge



l'importanza di considerare le aspettative e le necessità del paziente per poter favorire l'aderenza da parte del soggetto (Van Middelkoop M., 2011). Anche per quanto riguarda la cervicalgia e gli effetti dell'esercizio fisico non sussistono forti evidenze. In letteratura si riscontra una forte evidenza sull'efficacia di programmi basati su esercizi di forza e di endurance (Sihawong R., 2011) ma dall'altra parte alcuni studi mostrano risultati non significativi o nessuna differenza tra gruppi di esercizio e gruppi di non intervento o cure abituali (Frutiger M., 2021). Uno studio randomizzato mostra l'efficacia di un programma personalizzato di esercizio di forza e mobilità nella riduzione di dolore al collo e arti superiori in lavoratrici donne che svolgono un lavoro di precisione (Rasotto C., 2015) mentre alcuni studi dimostrano che l'esercizio fisico nei lavoratori consente di ridurre la percezione del dolore e disabilità dovuta a disturbi muscoloscheletrici (Gobbo et al., 2021) (Bullo. Et al., 2022). La scarsa evidenza degli effetti dell'esercizio sulla riduzione di sintomi a collo e arti inferiori è ricondotta a diverse incognite come la metodica di inquadramento delle patologie, caratteristiche e durata del protocollo, numerosità campionaria, differenti approcci di intervento, aderenza dei partecipanti (Verhagen AP., 2013). Una recente metanalisi di Tersa-Miralles dimostra l'efficacia di un intervento di esercizio sul posto di lavoro nel ridurre i disturbi muscoloscheletrici di diverse regioni corporee come collo, spalle e schiena rispetto a gruppi di controllo senza intervento. Tuttavia, viene ribadita la necessità di studi futuri di maggior qualità per poter ottenere un consenso su programmi terapeutici strutturati basati su una buona qualità metodologica (Tersa-Miralles C., 2022).

L'obiettivo del presente studio è quello di verificare l'efficacia di un intervento di esercizio fisico nei lavoratori videoterminalisti e operativi nella prevenzione e riduzione di disturbi muscoloscheletrici presenti in diversi distretti corporei. Inoltre, come obiettivo secondario si ricerca la fattibilità di un programma di esercizio somministrato tramite piattaforma online.

## **MATERIALI E METODI**

Il presente studio include lavoratori che hanno aderito volontariamente ad un intervento motorio di 3 mesi. Il percorso di esercizio fisico è stato eseguito in due ondate. Il primo gruppo ha seguito il programma di esercizio da ottobre a gennaio 2022 mentre il secondo gruppo ha iniziato a novembre per concludere a febbraio 2023. L'intervento prevedeva due sedute a settimana della durata di 50 minuti ciascuna per un totale di 12 settimane e 24 sedute. L'attività proposta, inoltre, veniva erogata tramite una piattaforma di videoconferenza denominata Zoom. A tutti i partecipanti è stato somministrato un questionario entro le prime due settimane dall'inizio dell'attività (T0) e al termine del programma (T1).

## **PARTECIPANTI**

Per lo studio sono stati reclutati 83 lavoratori di diverse aziende che svolgono compiti impiegatizi (addetto al terminale), operativi (operaio/magazziniere) o altre mansioni specificate. I soggetti che hanno partecipato allo studio sono stati 39 (15 uomini e 24 donne) con un'età compresa dai 25 ai 65 anni ( $46,53 \pm 10,4$ ).

## **STRUMENTI E APPARECCHIATURE**

Le sedute di esercizio sono state svolte online tramite la piattaforma di videoconferenza Zoom e tutte le lezioni sono state registrate. I professionisti dell'esercizio che tenevano l'attività erano muniti di microfono wireless, telecamera esterna e cavalletto per sorreggere il device utilizzato. I partecipanti erano liberi di decidere se mantenere la telecamera accesa mentre eseguivano i vari esercizi mentre le loro presenze all'attività sono state registrate in un elenco.

## **PROGRAMMA DI ESERCIZIO**

Il protocollo di esercizio fisico prevedeva 24 sessioni, svolte 2 volte a settimana per la durata di 50 minuti per un totale di 12 settimane, con un giorno di riposo da una seduta all'altra. Ogni sessione era supervisionata da specialisti laureati in Scienze Motorie tramite la piattaforma zoom online. I partecipanti sono stati divisi in due gruppi distinti per orari e giorni di allenamento; un gruppo svolgeva attività il lunedì e il mercoledì dalle 19.30 alle 20.20 mentre l'altro gruppo il martedì e il giovedì dalle 18.00 alle 18.50. Ogni lavoratore si dedicava all'esercizio da casa in uno spazio consono all'attività. Ogni seduta si articolava in tre fasi: una fase iniziale di warm-up costituita da esercizi di mobilità e di equilibrio; una fase centrale in cui si eseguivano esercizi di forza per arti inferiori o arti superiori uniti ad esercizi per il core e una fase finale di cool down basata su esercizi di allungamento muscolare dei muscoli allenati ed esercizi di respirazione. Gli esercizi di resistance training sono stati eseguiti a circuito, alternando esercizi per i principali distretti muscolari con una pausa passiva di 60 secondi. Il circuito veniva ripetuto da 2 a 3 volte con 12-15 ripetizioni per esercizio. Inizialmente gli esercizi sono stati eseguiti a corpo libero per favorire l'apprendimento del gesto motorio mentre in un secondo momento sono stati inseriti progressivamente dei pesi liberi. In questa ultima parte, i partecipanti adeguavano il numero delle ripetizioni sulla base del peso utilizzato.

## **VALUTAZIONE**

A tutti i partecipanti è stato somministrato un questionario in due momenti differenti, entro la seconda settimana di inizio attività (T0) e a fine attività (T1) insieme ad un secondo questionario di gradimento compilato solo al termine del progetto. Il questionario di valutazione si divide in cinque sezioni. Una prima parte riguarda un'anagrafica del soggetto in cui si indaga principalmente l'età e la mansione lavorativa. La seconda parte, invece, riporta alcuni item, estrapolati dal Nordic Musculoskeletal Questionnaire (NMSQ), abbinati ad una Visual Analogue Scale (VAS) per indagare la presenza e l'entità di sintomi muscolo-scheletrici in precisi distretti corporei (collo, spalle, gomito, polso, rachide lombare). Una terza parte prevede alcune domande ricavate dal questionario Short Form-12 (SF-12) per valutare lo stato di salute fisica attuale del soggetto. La quarta sezione richiede un'auto-somministrazione di alcuni test tratti dalla batteria del Six Senior Fitness Test (SFT) come il back scratch test e il chair sit and reach test. Infine, la quinta sezione è volta ad indagare la quantità e l'intensità di attività fisica svolta dal soggetto tramite le domande dell'International Physical Activity Questionnaire (IPAQ).

## **ANALISI STATISTICA**

L'analisi dati è stata eseguita tramite Microsoft Excel. Le risposte alle domande del MNSQ relative alla presenza ed entità di sintomi nei diversi distretti anatomici considerati e le risposte delle sei domande tratte dal questionario Short Fitness Test (SF-12) e dal questionario autosomministrato del Six Senior Fitness Test (SFT) sono stati inseriti in tabelle pivot per calcolare media, deviazione standard e varianza. Per il confronto dei dati relativi a T0 e T1 è stato utilizzato il metodo statistico del t-test per campioni accoppiati in riferimento al campione totale e distinto tra lavoratori videoterminalisti e operativi. Inoltre, è stata calcolata la differenza media campionaria e la deviazione standard delle differenze. Il limite di significatività è stato fissato ad un livello  $\alpha$  di  $P=0,05$ .

## RISULTATI

Di 83 soggetti reclutati per lo studio sono stati considerati i dati di 39 lavoratori che hanno compilato il questionario a T0 e T1. Durante i 3 mesi di protocollo 25 soggetti hanno svolto almeno 12 sedute di attività ( $\geq 50\%$  delle sedute).

Caratteristiche demografiche dei partecipanti dello studio (media  $\pm$  deviazione standard)

Variabili	Partecipanti (n=39)
Caratteristiche demografiche	
Età media (anni)	46,53 $\pm$ 10,4
Sesso (M)	15
Sesso (F)	24
Lavoro	
Impiegati (es. addetto/a al terminale)	29
Operativo (es. operaio/a, magazziniere)	10

L'analisi dati svolta sull'intero campione dimostra miglioramenti relativi all'entità di dolore secondo la scala VAS a livello dei cinque segmenti corporei considerati. Nello specifico, a livello del collo, polso/mano e schiena la riduzione dell'entità di dolore è statisticamente significativa ( $p=0,0003$ ,  $p=0,0001$ ,  $p=0,002$ ) mentre a livello di spalla e gomito non è stata riscontrata una significatività statistica. L'analisi è stata differenziata in base alla tipologia di lavoro tra videoterminalisti e operativi. I dati relativi ai videoterminalisti dimostrano un miglioramento nell'entità del dolore in tutti e cinque i distretti anatomici ma con una significatività statistica a livello della regione del collo ( $p=0,01$ ) e del polso/mano ( $p=0,0003$ ). Nei lavoratori operativi, invece, si evidenzia una riduzione nell'entità del dolore secondo scala VAS a livello della spalla, del gomito e del polso/mano mentre un peggioramento del dolore è presente a livello del collo e della schiena ma senza una significatività statistica. Tuttavia, a livello di gomito e spalla non è stato possibile analizzare la significatività a causa della ridotta numerosità campionaria ( $n=10$ ).

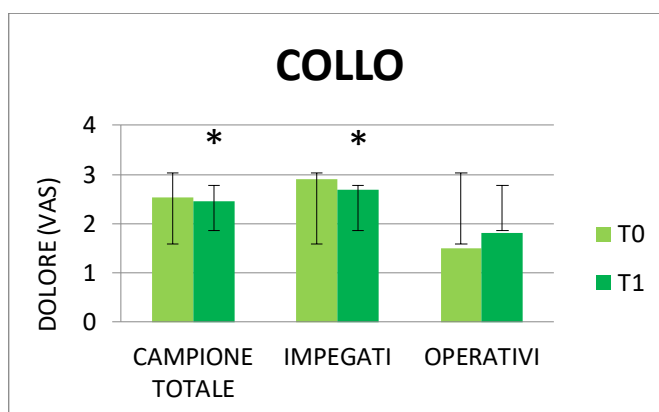


Figura 5: Confronto dolore (VAS) regione del collo tra T0 e T1

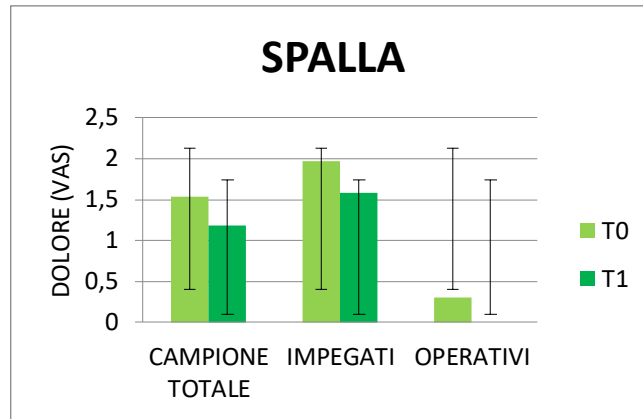


Figura 6: Confronto dolore (VAS) regione della spalla tra T0 e T1

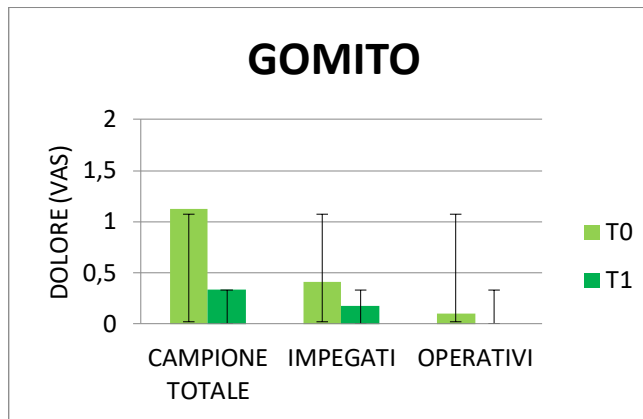


Figura 7: Confronto dolore (VAS) regione del gomito tra T0 e T1

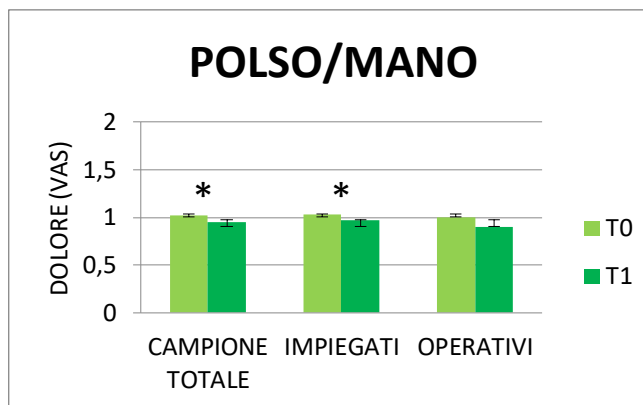


Figura 8: Confronto dolore (VAS) regione polso/mano tra T0 e T1

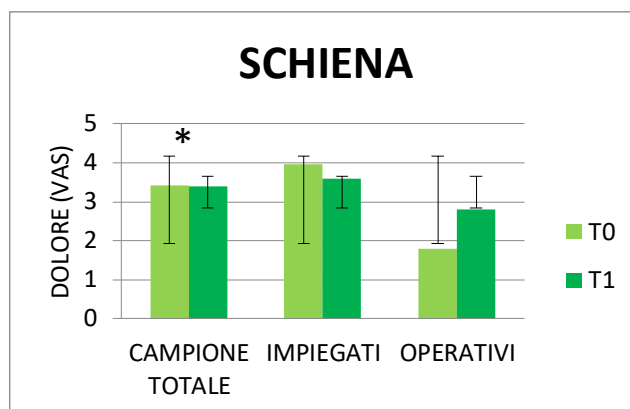


Figura 9: Confronto dolore (VAS) regione della schiena tra T0 e T1

Dall'analisi delle risposte relative allo stato di forma del soggetto ricavate dal questionario Short Form-12 si desume un aumento dello score di salute fisica nel campione totale e nei lavoratori videoterminalisti mentre gli operativi hanno riportato una riduzione del punteggio relativo alla salute fisica. Tuttavia, in tutti e tre i gruppi analizzati non è stata riscontrata una significatività statistica.

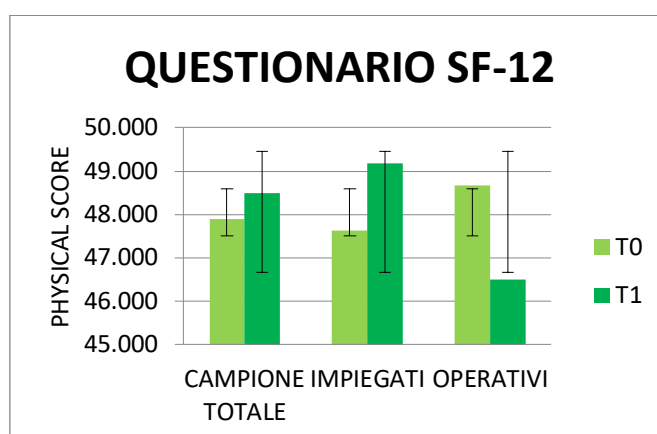


Figura 10: Confronto dello stato di salute del questionario SF-12 tra T0 e T1

L'analisi del back scratch test autosomministrato dai partecipanti è stata distinta in base alla dominanza di arto superiore. Nella valutazione della flessibilità dei muscoli intrarotatori, estensori e adduttori dell'arto superiore dominante i lavoratori destrimani non hanno riportato nessuna differenza tra pre e post-intervento mentre i soggetti mancini presentano una riduzione della flessibilità in maniera statisticamente significativa ( $p=0,01$ ). La flessibilità dei muscoli extrarotatori, flessori e abduttori dell'arto superiore dominante è aumentata lievemente nei lavoratori destrimani ma è diminuita in maniera statisticamente significativa nei lavoratori mancini. L'analisi dei risultati del sit and reach test evidenziano un miglioramento della flessibilità della catena muscolare posteriore non statisticamente significativo nel campione totale e suddiviso tra impiegati e operativi.

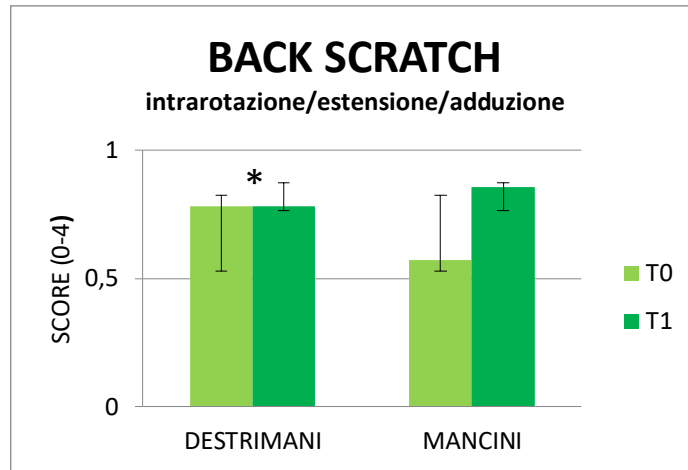


Figura 11: Confronto flessibilità spalla in intrarotazione, estensione e adduzione tra T0 e T1

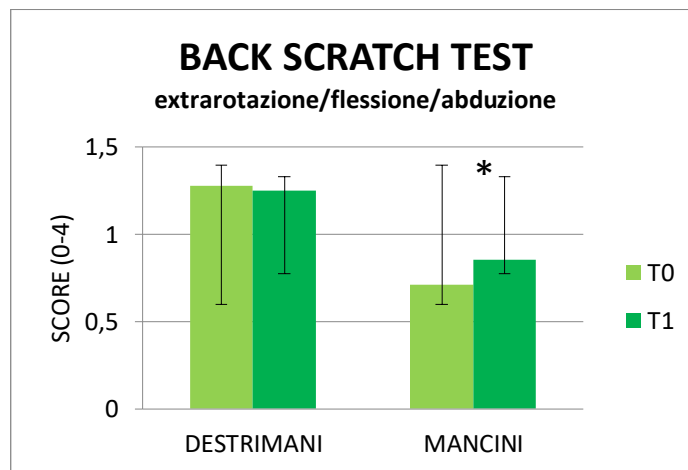


Figura 12: Confronto flessibilità spalla in extrarotazione, flessione e abduzione tra T0 e T1

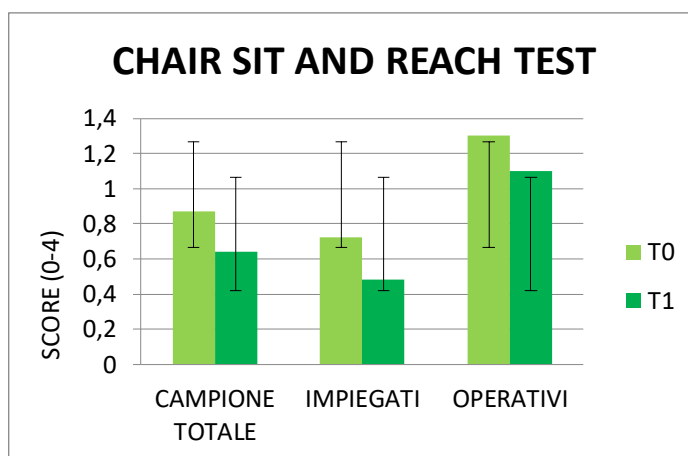


Figura 13: Confronto flessibilità catena muscolare posteriore tra T0 e T1

I dati sono stati riassunti nelle seguenti tabelle.

Tabella 9: Dati del campione totale

Variabile	T0	T1	Differenza	P-value	Effect size
<b>NMSQ (VAS)</b>					
<b>Collo</b>	2.53	2.46	0.07	0.0003	0.02
<b>Spalla</b>	1.53	1.17	0.36	1.14	0.14
<b>Gomito</b>	0.33	0.12	0.21	0.64	0.35
<b>Polso/mano</b>	1.02	0.94	0.08	0.0001	0.03
<b>Schiena</b>	3.41	3.38	0.03	0.002	0.009
<b>SF-12</b>	47.89	48.50	0.61	3.40	0.00007
<b>TEST</b>					
<b>Sit and reach</b>	0.87	0.64	0.23	3.91	0.20

Tabella 10: Dati distinti tra Lavoratori videoterminalisti e operativi

	<b>Lavoratori videoterminalisti (n=29)</b>			<b>Lavoratori operativi (n=10)</b>		
	T0	T1	P-value	T0	T1	P-value
<b>Collo</b>	2.90 (3.00)	2.69 (3.23)	0.01	1.5 (2.46)	1.8 (2.57)	3.12
<b>Spalla</b>	1.97 (2.35)	1.59 (2.65)	0.42	0.3 (0.94)	0.0 (0.00)	-
<b>Gomito</b>	0.41 (0.65)	0.17 (1.15)	0.61	0.1 (0.31)	0.0 (0.00)	-
<b>Polso/mano</b>	1.03 (1.86)	0.97 (2.08)	0.0003	1.0 (2.16)	0.9 (2.85)	0.15
<b>Schiena</b>	3.97 (3.24)	3.38 (3.22)	> 0.05	1.8 (3.04)	2.8 (3.26)	0.01
<b>Sit and reach</b>	0.72 (0.99)	0.48 (0.87)	0.08	1.3 (1.70)	1.1 (1.60)	3.68
<b>SF-12</b>	47.6 (7.12)	49.1 (7.13)	3.27	48.6(7.74)	46.5 (1.15)	0.01

Tabella 11: Dati back scratch test distinti tra lavoratori destrimani e mancini

	<b>Lavoratori destrimani (n=32)</b>			<b>Lavoratori mancini (n=7)</b>		
	T0	T1	P-value	T0	T1	P-value
<b>Back scratch (braccio dominante in alto)</b>	0.78 (0.79)	0.78 (0.87)	0.0001	0.57 (0.53)	0.86 (0.90)	0.67
<b>Back scratch (braccio dominante in basso)</b>	1.28 (0.92)	1.25 (1.07)	8.04	0.71 (0.49)	0.85 (0.70)	0.01





## DISCUSSIONE

Lo scopo di questo studio è quello di valutare l'effetto preventivo e terapeutico di un programma di esercizio fisico somministrato tramite piattaforma online su sintomi muscolo-scheletrici lavoro correlati. La comunità scientifica si è largamente espressa in merito ai benefici dell'esercizio fisico nel trattamento dei DMS in diversi segmenti anatomici (Tersa-Miralles C., 2022) e i migliori effetti sembrano essere dovuti a programmi supervisionati o basati su brevi video di attività svolte in un setting lavorativo (Gobbo et al., 2019). Infatti, diversi studi dimostrano l'efficacia di programmi di stretching e di resistance training nella riduzione del dolore e della disabilità dovuta a disturbi muscoloscheletrici nei lavoratori (Rasotto et al., 2015) (Gobbo et al., 2021). Lo studio presente conferma le evidenze a prova di un miglioramento negli score del dolore basati su una scala analogica VAS (0-10) a livello del collo, spalla, gomito, polso/mano e schiena (zona lombare) come evidenziato in altri studi da Tunwattanapong et al.; Suni J.H. et al.; Muñoz-Poblete et al. Precisamente, a livello del collo il 23% (9 soggetti) ha riscontrato una riduzione significativa della sintomatologia, il 49% (19 soggetti) nessuna differenza e il 28% (11 lavoratori) un peggioramento del dolore. A livello di polso/mano, invece, il 20,5% (8 soggetti) ha segnalato un miglioramento statisticamente significativo dell'entità del dolore contro un 13% (5 soggetti) che ha riportato un peggioramento mentre il 66% (26 soggetti) non ha avuto nessun cambiamento nella sintomatologia. A livello della schiena, il 49% (19 soggetti) ha riportato un miglioramento statisticamente significativo dello score, il 30% (12 lavoratori) un peggioramento e il 20,5% (8 soggetti) nessuna modifica. A livello della spalla e del gomito, invece, non sono stati evidenziati dei miglioramenti statisticamente significativi probabilmente dovuti a punteggi del dolore bassi presenti già alla baseline, rispettivamente 0.33 e 1.02. Nei lavoratori videoterminalisti si sono ottenuti maggiori effetti nella attenuazione del dolore nei diversi distretti corporei analizzati, soprattutto a livello del collo e del polso/mano, a differenza dei lavoratori operativi che riferiscono un peggioramento della sintomatologia a livello del collo e della schiena. I mancati benefici apportati dall'esercizio fisico nei lavoratori operativi potrebbero essere dovuti ad una bassa numerosità campionaria (n=0) per cui è necessario svolgere ulteriori studi.

Tuttavia, i risultati riportati non hanno dimostrato una rilevanza clinica a differenza dello studio di Zebis et al. in cui la sintomatologia della regione del collo e delle spalle ha riscontrato una riduzione statisticamente significativa e clinicamente rilevante nei lavoratori d'industria. Questo potrebbe essere spiegato dal fatto che nello studio di Zebis l'intensità degli esercizi era più alta e raggiungeva il 75% di 1RM mentre nel presente studio non c'è stato un aumento del carico che seguisse il principio del carico progressivo ma i soggetti stessi hanno utilizzato un carico sulla base del materiale che avevano a disposizione a casa.

Alcuni studi riportano un miglioramento della qualità di vita dei soggetti in seguito al programma di esercizio fisico (Suni JH et al., 2017; Gobbo et al., 2021; B. Pozo-Cruz et al., 2013). Nel presente studio sia il campione totale dei lavoratori sia il campione di impiegati non hanno riportato un miglioramento statisticamente significativo mentre gli operativi hanno riferito un peggioramento dello score non statisticamente significativo. Questi risultati

potrebbero essere dovuti alla durata del programma più breve rispetto ad altri studi o ad una aderenza al programma insufficiente per determinare un cambiamento nella qualità di vita del soggetto. Dunque, è essenziale considerare gli effetti benefici dell'esercizio fisico in relazione ad una buona aderenza da parte del soggetto.

Diversi studi hanno dimostrato una relazione tra capacità fisica, valutata con diversi test fisici e l'insorgenza di sintomi muscolo-scheletrici. Nel presente studio, sono stati inseriti nel questionario due test autosomministrabili, il back scratch e il chair sit and reach, che valutano in maniera indiretta rispettivamente la flessibilità della spalla e della schiena e arti inferiori. La letteratura riferisce che i disturbi muscolo-scheletrici lavoro correlati presenti a livello del collo sembrano essere associati ad una ridotta flessibilità della spalla mentre una ridotta flessibilità e forza della catena muscolare posteriore è associata a dolore lombare (Sadler SG et al., 2017) (Cabral AM., 2019). Dunque, un programma di esercizio fisico incentrato sullo stretching dei muscoli retratti e un rafforzamento muscolare sembra essere il più indicato soprattutto in caso di lombalgia cronica non specifica ma non in presenza di lombalgia acuta (Hayden., 2005). Il presente studio non ha riscontrato un miglioramento statisticamente significativo nella flessibilità dei muscoli degli arti inferiori probabilmente per la presenza di valori di flessibilità buoni già ai livelli basali. Per quanto riguarda la flessibilità della spalla, invece, i lavoratori destrimani non hanno riportato differenze a livello dei muscoli intrarotatori, estensori e adduttori dell'arto superiore dominante mentre hanno riferito un lieve incremento nella flessibilità dei muscoli extrarotatori, flessori e abduttori dell'arto superiore dominante. Al contrario, i lavoratori mancini hanno riscontrato un peggioramento della flessibilità dell'arto superiore dominante in entrambi i movimenti valutati ma con una significatività statistica solo a livello dei muscoli extrarotatori, flessori e abduttori dell'arto superiore dominante. Tuttavia, questi dati non sono considerati clinicamente rilevanti. E' plausibile riscontrare un peggioramento della flessibilità nei lavoratori operativi poiché lo svolgimento di attività lavorative che coinvolgono gli arti superiori potrebbero a lungo termine portare a retrazioni muscolari che dovrebbero essere valutate in maniera specifica e risolte tramite esercizi di stretching e mobilità adattati.

Infine, un protocollo somministrato tramite piattaforma online potrebbe essere un valido strumento preventivo e terapeutico se associato ad una buona aderenza e disponibilità dei lavoratori nell'accendere le telecamere durante l'attività in modo da favorire la supervisione dei trainer. Inoltre, un aspetto rilevante nel trattamento dei disturbi muscolo-scheletrici è sicuramente la personalizzazione dell'esercizio, un aspetto non considerato in questo studio ma indagato in studi precedenti di letteratura. La personalizzazione, infatti, consente il rispetto del dolore e della tolleranza della persona all'esercizio e lo svolgimento di esercizi specifici sulla base del disturbo muscolo-scheletrico riscontrato.

## **CONCLUSIONI**

Nei lavoratori un protocollo di esercizio fisico della durata di 12 settimane e somministrato online, in orario post-lavorativo, può favorire una riduzione di sintomi muscolo-scheletrici a livello del rachide cervicale e lombare e del polso/mano in maniera statisticamente significativa ma non clinicamente rilevante. I lavoratori videoterminalisti, al contrario dei lavoratori operativi, dimostrano miglioramenti a livello del collo e del polso e nella funzionalità fisica generale. Quindi, un programma di esercizio eseguito online si rivela essere un potenziale strumento preventivo e terapeutico nei disturbi muscolo-scheletrici nei lavoratori videoterminalisti ma con una grande variabilità di risposta probabilmente influenzata dalla natura multifattoriale delle diverse condizioni, dalle caratteristiche del dolore (acuto, subacuto, cronico) e dall'aderenza dei partecipanti.

## **LIMITI DELLO STUDIO**

Ci sono alcune limitazioni da considerare nell'interpretazione dello studio. La valutazione dell'entità del dolore nei diversi distretti corporei si basa su una risposta soggettiva del partecipante e non consente una distinzione del dolore tra acuto, subacuto e cronico. Anche i test autosomministrati riportano una misura indiretta della flessibilità. Lo studio potrebbe avere avuto una durata limitata o un'intensità sotto-soglia per poter riscontrare una significatività statistica nei diversi indici di dolorabilità e funzionalità fisica. Inoltre, l'aderenza dei partecipanti potrebbe non essere stata adeguata a ottenere gli effetti attesi relativi all'esercizio. Infine, la somministrazione di esercizi tramite piattaforma online potrebbe non garantire a pieno la corretta esecuzione degli esercizi soprattutto nei soggetti non propensi a mantenere le telecamere accese per consentire la supervisione del trainer.

## BIBLIOGRAFIA

- Andersson H, Ejlertsson G, Leden I. Widespread musculoskeletal chronic pain associated with smoking. An epidemiological study in a general rural population. *Scand J Rehabil Med* 1998;30:185–91.
- B. del Pozo-Cruz, N. Gusi, J.C. Adsuar, J. del Pozo-Cruz, J.A. Parraca, M. Hernandez-Mocholí. Musculoskeletal fitness and health-related quality of life characteristics among sedentary office workers affected by sub-acute, non-specific low back pain: a cross-sectional study, *Physiotherapy*, Volume 99, Issue 3, 2013, Pages 194-200, ISSN 0031-9406.
- Bayeh, A.D., Smith, M.J., 1999. Effect of physical ergonomics on VDT worker's health: a longitudinal field study in a service organization. *Int. J. Hum.-Comput. Interact.* 11, 109e135
- Buckle PW, Devereux JJ. The nature of work-related neck and upper limb musculoskeletal disorders. *Appl Ergon* 2002;33:207 –217.
- Bullo, V.; Gobbo, S.; Sciusco, S.; Cugusi, L; Di Blasio, A.; Cruz-Díaz, D.; Bortoletto, A.; Priolo, G.; Bocalini, D.S.; Bergamin, M. Resistance Training Improves Physical Fitness and Reduces Pain Perception in Workers with Upper Limb Work-Related Musculoskeletal Disorders: A Pilot Study. *Hygiene* 2022, 2, 136-145.
- Cabral, A.M., Moreira, R.d.C., de Barros, F.C. *et al.* Is physical capacity associated with the occurrence of musculoskeletal symptoms among office workers? A cross-sectional study. *Int Arch Occup Environ Health* **92**, 1159–1172 (2019).
- Da Costa BR, Vieira ER. Risk factors for work-related musculoskeletal disorders: A systematic review of recent longitudinal studies. *Am J Ind Med.* 2010 Mar;53(3):285-323.
- De Carvalho D, Greene R, Swab M, Godwin M. Does objectively measured prolonged standing for desk work result in lower ratings of perceived low back pain than sitting? A systematic review and meta-analysis. *Work.* 2020;67(2):431-440. doi: 10.3233/WOR-203292. PMID: 33074206.
- Deyo RA, Bass JE. Lifestyle and low-back pain. The influence of smoking and obesity. *Spine (Phila Pa 1976).* 1989 May;14(5):501-6.
- Dokuztuğ F, Açık E, Aydemir A, İşsever H, Yılmaz A. Early symptoms of the work-related musculoskeletal disorders in hand and upper extremity in the poultry industry. *J. Med. Sci.* 2006 May-June;6(3):305-313.
- Eisele-Metzger A, Schoser DS, Klein MD, Grummich K, Schwarzer G, Schwingshackl L, Hermann R, Biallas B, Wilke C, Meerpohl JJ, Braun C. Interventions for preventing back pain among office workers - a systematic review and network meta-analysis. *Scand J Work Environ Health.* 2023 Jan 1;49(1):5-22. doi: 10.5271/sjweh.4070. Epub 2022 Nov 16. PMID: 36382695.

Eltayeb S, Staal JB, Kennes J, Lamberts PH, de Bie RA. Prevalence of complaints of arm, neck and shoulder among computer office workers and psychometric evaluation of a risk factor questionnaire. *BMC Musculoskelet Disord*. 2007 Jul 14;8:68.

Evans, F. Gaynor, and H. R. Lissner. "Biomechanical studies on the lumbar spine and pelvis." *JBJS* 41.2 (1959): 278-290.

Frutiger M, Borotkanics R. Systematic Review and Meta-Analysis Suggest Strength Training and Workplace Modifications May Reduce Neck Pain in Office Workers. *Pain Pract* 2021 Jan;21(1):100–31. <https://doi.org/10.1111/papr.12940>.

Gobbo S, Bullo V, Bergamo M, Duregon F, Vendramin B, Battista F, Roma E, Bocalini DS, Rica RL, Alberton CL, Cruz-Diaz D, Priolo G, Pancheri V, Maso S, Neunhaeuserer D, Ermolao A, Bergamin M. Physical Exercise Is Confirmed to Reduce Low Back Pain Symptoms in Office Workers: A Systematic Review of the Evidence to Improve Best Practices in the Workplace. *J Funct Morphol Kinesiol*. 2019 Jul 5;4(3):43.

Gomez IN, Suarez CG, Sosa KE, Tapang ML. Work from home-related musculoskeletal pain during the COVID-19 pandemic: A rapid review. *Int J Osteopath Med*. 2023 Mar;47:100654.

Hayden JA, van Tulder MW, Malmivaara A, Koes BW. Exercise therapy for treatment of non-specific low back pain. *Cochrane Database Syst Rev*. 2005 Jul 20;2005(3):CD000335.

Heilskov-Hansen T, Mikkelsen S, Svendsen SW, Thygesen LC, Hansson GÅ, Thomsen JF. Exposure-response relationships between movements and postures of the wrist and carpal tunnel syndrome among male and female house painters: a retrospective cohort study. *Occup Environ Med*. 2016 Jun;73(6):401-8.

Hoe VC, Urquhart DM, Kelsall HL, Sim MR. Ergonomic design and training for preventing work-related musculoskeletal disorders of the upper limb and neck in adults. *Cochrane Database Syst Rev*. 2012 Aug 15;2012(8):CD008570.

Hooftman WE, van der Beek AJ, Bongers PM, van Mechelen W. Is there a gender difference in the effect of work-related physical and psychosocial risk factors on musculoskeletal symptoms and related sickness absence? *Scand J Work Environ Health*. 2009 Mar;35(2):85-95.

Hoozemans MJ, Kuijer PP, Kingma I, van Dieën JH, de Vries WH, van der Woude LH, Veeger DJ, van der Beek AJ, Frings-Dresen MH. Mechanical loading of the low back and shoulders during pushing and pulling activities. *Ergonomics*. 2004 Jan 15;47(1):1-18.

Jun, Deokhoon, et al. "Physical risk factors for developing non-specific neck pain in office workers: a systematic review and meta-analysis." *International archives of occupational and environmental health* 90 (2017): 373-410.

Li JQ, Kwong WH, Chan YL, Kawabata M. Comparison of In Vivo Intradiscal Pressure between Sitting and Standing in Human Lumbar Spine: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Life (Basel)*. 2022 Mar 20;12(3):457.

- Lindegård A, Wahlström J, Hagberg M, Hansson GA, Jonsson P, Wigaeus Tornqvist E. The impact of working technique on physical loads - an exposure profile among newspaper editors. *Ergonomics*. 2003 May 15;46(6):598-615. doi: 10.1080/0014013031000071360. PMID: 12745690.
- Muñoz-Poblete C, Bascour-Sandoval C, Inostroza-Quiroz J, Solano-López R, Soto-Rodríguez F. Effectiveness of Workplace-Based Muscle Resistance Training Exercise Program in Preventing Musculoskeletal Dysfunction of the Upper Limbs in Manufacturing Workers. *J Occup Rehabil*. 2019 Dec;29(4):810-821.
- Nilsen TI, Holtermann A, Mork PJ. Physical exercise, body mass index, and risk of chronic pain in the low back and neck/shoulders: longitudinal data from the Nord-Trøndelag Health Study. *Am J Epidemiol*. 2011 Aug 1;174(3):267-73.
- Nunes, F. (2016) Application of a Configurable Model for Risk Assessment in the Work Sites. *Open Journal of Safety Science and Technology*, **6**, 99-125.
- Okunribido, Olanrewaju O., Tony Wynn, and David Lewis. "IS AGE/AGEING A RISK FACTOR FOR WORK-RELATED MUSCULOSKELETAL DISORDERS? A LITERATURE." *Contemporary Ergonomics and Human Factors 2010* (2010): 27.
- Palmer KT, Syddall H, Cooper C, Coggon D. Smoking and musculoskeletal disorders: findings from a British national survey. *Ann Rheum Dis*. 2003 Jan;62(1):33-6.
- Pope MH, Goh KL, Magnusson ML. Spine ergonomics. *Annu Rev Biomed Eng*. 2002;4:49-68.
- Punnett L, Bergqvist U. Visual display unit work and upper extremity musculoskeletal disorders. Stockholm: National Institute for Working Life, 1997.
- Rasotto C, Bergamin M, Sieverdes JC, Gobbo S, Alberton CL, Neunhaeuserer D, Maso S, Zaccaria M, Ermolao A. A tailored workplace exercise program for women at risk for neck and upper limb musculoskeletal disorders: a randomized controlled trial. *J Occup Environ Med*. 2015 Feb;57(2):178-83.
- Roquelaure, Yves. "Musculoskeletal disorders and psychosocial factors at work." ETUI Research Paper-Report 142 (2018).
- Sadler SG, Spink MJ, Ho A, De Jonge XJ, Chuter VH. Restriction in lateral bending range of motion, lumbar lordosis, and hamstring flexibility predicts the development of low back pain: a systematic review of prospective cohort studies. *BMC Musculoskelet Disord*. 2017 May 5;18(1):179.
- Sihawong R, Janwantanakul P, Sitthipornvorakul E, Pensri P. Exercise therapy for office workers with nonspecific neck pain: a systematic review. *J Manipulative Physiol Ther*. 2011 Jan;34(1):62-71.
- Sonne M, Villalta DL, Andrews DM. Development and evaluation of an office ergonomic risk checklist: ROSA--rapid office strain assessment. *Appl Ergon*. 2012 Jan;43(1):98-108.

Sonoda, T. "Studies on the strength for compression, tension and torsion of the human vertebral column." *J Kyoto Pref Med Univ* 71 (1962): 659-702.

Suni, J.H.; Rinne, M.; Tokola, K.; Manttari, A.; Vasankari, T. Effectiveness of a standardised exercise programme for recurrent neck and low back pain: A multicentre, randomised, two-arm, parallel group trial across 34 fitness clubs in Finland. *BMJ Open Sport Exerc. Med.* 2017, 3, e000233.

Tersa-Miralles, C., Bravo, C., Bellon, F., Pastells-Peiró, R., Arnaldo, E. R., & Rubí-Carnacea, F. (2022). Effectiveness of workplace exercise interventions in the treatment of musculoskeletal disorders in office workers: a systematic review. *BMJ open*, 12(1), e054288.

Tunwattanapong P, Kongkasuwan R, Kuptniratsaikul V. The effectiveness of a neck and shoulder stretching exercise program among office workers with neck pain: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil.* 2016 Jan;30(1):64-72.

van Middelkoop M, Rubinstein SM, Kuijpers T, Verhagen AP, Ostelo R, Koes BW, van Tulder MW. A systematic review on the effectiveness of physical and rehabilitation interventions for chronic non-specific low back pain. *Eur Spine J.* 2011 Jan;20(1):19-39.

Van Niekerk SM, Louw QA, Hillier S. The effectiveness of a chair intervention in the workplace to reduce musculoskeletal symptoms. A systematic review. *BMC Musculoskelet Disord.* 2012 Aug 13;13:145.

Verhagen AP, Bierma-Zeinstra SM, Burdorf A, Stynes SM, de Vet HC, Koes BW. Conservative interventions for treating work-related complaints of the arm, neck or shoulder in adults. *Cochrane Database Syst Rev.* 2013 Dec 12;2013(12):CD008742.

Viester L, Verhagen EA, Oude Hengel KM, Koppes LL, van der Beek AJ, Bongers PM. The relation between body mass index and musculoskeletal symptoms in the working population. *BMC Musculoskelet Disord.* 2013 Aug 12;14:238.

Waersted M, Hanvold TN, Veiersted KB. Computer work and musculoskeletal disorders of the neck and upper extremity: a systematic review. *BMC Musculoskelet Disord.* 2010 Apr 29;11:79.

Wahlström, J., 2005. Ergonomics, musculoskeletal disorders and computer work. *Occup. Med. (Chic. Ill.)* 55, 168e176

Wilke, Hans-Joachim, et al. "New in vivo measurements of pressures in the intervertebral disc in daily life." *Spine* 24.8 (1999): 755-762.

Zebis MK, Andersen LL, Pedersen MT, Mortensen P, Andersen CH, Pedersen MM, Boysen M, Roessler KK, Hannerz H, Mortensen OS, Sjøgaard G. Implementation of neck/shoulder exercises for pain relief among industrial workers: a randomized controlled trial. *BMC Musculoskelet Disord.* 2011 Sep 21;12:205.



## **SITOGRAFIA**

<https://www.ilo.org/>

<https://osha.europa.eu/en>

[www.inail.it](http://www.inail.it)

<https://www.certifico.com/>

<https://www.gazzettaufficiale.it/>