

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Medicina

Corso di laurea Magistrale in

Scienze e Tecniche dell'Attività Motoria Preventiva e Adattata

TESI DI LAUREA

**ANALISI DELLE POTENZIALI DIFFERENZE DI GENERE PER
QUANTO CONCERNE IL RUOLO DELL'ESERCIZIO FISICO
NELLA PREVENZIONE DEI DISTURBI
MUSCOLOSCELETRICI DOVUTI AL SOVRACCARICO
BIOMECCANICO NEI LAVORATORI COINVOLTI IN LAVORI
MANUALI**

Relatore: Dott. Gobbo Stefano

Laureanda: Battiston Vanessa

Correlatrice: Dott.ssa Pizzichemi Martina

N° di matricola: 2056997

Anno Accademico: 2022/2023

INDICE

1. INTRODUZIONE

2. MATERIALI E METODI

2.1 FLOW CHART

2.2 QUALITÀ DEGLI STUDI

2.3 DESCRIZIONE DEGLI STUDI

2.4 DATI

3. RISULTATI

3.1 DOLORE

3.1.1 DISABILITIES OF ARM, SHOULDER AND HAND SCORE (DASH)

3.1.2 INTENSITY

3.1.3 VISUAL ANALOGUE SCALE (VAS)

3.2 PARAMETRI CARDIOVASCOLARI

3.2.1 MAXIMAL DIASTOLIC BLOOD PRESSURE (DBP_{max})

3.2.2 MAXIMAL SYSTOLIC BLOOD PRESSURE (SBP_{max})

3.3 MISURE ANTROPOMETRICHE

3.3.1 BODY MASS INDEX (BMI)

3.3.2 FAT MASS

3.3.3 WEIGHT

3.4 TEST DI MOBILITÀ E FORZA

3.4.1 EXTENSION

3.4.2 FLEXION

3.4.3 ROTATION

4. DISCUSSIONE

5. CONCLUSIONI

1. INTRODUZIONE

I disturbi muscoloscheletrici rappresentano il tipo più comune di malattia professionale, rappresentando il 59% di tutte le malattie professionali riportate nelle statistiche europee e negli Stati Uniti. ⁽⁵⁻⁸⁾ I dolori al collo e alle spalle sono tra i disturbi più frequenti tra gli adulti. Secondo l'Organizzazione Mondiale della Sanità, i disturbi muscoloscheletrici legati al lavoro sono un fenomeno multifattoriale i cui fattori contributivi includono sia l'esposizione correlata al lavoro sia la capacità individuale. La prima include le condizioni fisiche e psicosociali del lavoro, come: lavoro muscolare ripetitivo e con utilizzo di forza muscolare, mancanza di recupero sufficiente, richieste di precisione e posture incongrue; la seconda le caratteristiche fisiche e la salute generale del lavoratore. I tassi di sintomi muscoloscheletrici sono elevati tra gli adulti occupati e hanno mostrato un aumento costante negli ultimi decenni. ⁽⁵⁾

Il disturbo muscoloscheletrico correlato al lavoro più strettamente associato al lavoro manuale è la lesione all'arto superiore. L'evidenza scientifica mostra che la prevalenza di questo disturbo è maggiore nei lavori che comportano un alto tasso di lavoro ripetitivo e lavoro fisico pesante. ⁽⁵⁾ Iniziali disturbi muscolo-scheletrici lavoro correlati, se vengono esacerbati e perpetrati nel tempo, possono causare infatti invalidità e/o disabilità; infatti, i disturbi osteoarticolari aumentano il rischio di congedo per malattia e pensionamento anticipato, causando elevati costi socioeconomici. Nell'ambito della riabilitazione professionale del lavoratore infortunato, l'invalidità lavorativa può essere concettualizzata come qualsiasi ostacolo al funzionamento dei sistemi fisiologici e psicologici del corpo del lavoratore (funzioni corporee) e/o delle parti anatomiche del corpo (strutture corporee) che limitano la capacità dei lavoratori di partecipare all'attività lavorativa. ⁽²⁾ Per disabilità lavorativa si intendono invece quelle persone che hanno interrotto la propria partecipazione ad attività professionali, risultato di una condizione che fa sì che un lavoratore perda almeno un giorno di lavoro e includa il tempo libero dal lavoro nonché eventuali limitazioni del lavoro stesso in corso. Ci sono tre fasi di disabilità definite dal numero di giorni di riposo: una fase acuta (fino a 1 mese), una fase sub-acuta (2-3 mesi) e una fase cronica (più di 3 mesi). Oltre all'effetto diretto sulla salute dei dipendenti e sulla loro incapacità al lavoro, questo problema impone un notevole onere socioeconomico a causa dell'uso estensivo dei servizi sanitari, delle assenze per malattia, delle pensioni di invalidità e della perdita di produttività. ⁽²⁾

Ridurre l'esposizione fisica attraverso la formazione e l'educazione ergonomica rappresenta la strategia più utilizzata per prevenire lo sviluppo o l'aggravamento del dolore muscolo-scheletrico. Tuttavia, il singolo intervento ergonomico potrebbe non essere sufficiente per le persone che già soffrono. ⁽⁸⁾ Un'indagine sulla salute della popolazione britannica ha riportato che tra la popolazione generale solo il 37% degli uomini e il 24% delle donne soddisfacevano le raccomandazioni delle linee guida sull'attività fisica. Pertanto, eseguire in modo regolare attività fisica è una sfida per molte persone. ⁽¹⁰⁾ Seguendo il modello del Consiglio Nazionale delle Ricerche e dell'Istituto di Medicina, una strategia alternativa per prevenire o ridurre il dolore muscolo-scheletrico correlato al lavoro è l'uso di programmi di esercizio contro resistenza muscolare sul posto di lavoro. ⁽⁵⁾ Questi interventi dovrebbero essere considerati mezzi alternativi di formazione. Sono espressamente declinati sul tipo di lavoro svolto, sulla sua organizzazione, e alle condizioni ambientali. Tali programmi dovrebbero avere come obiettivo finale dare al lavoratore una capacità fisica sufficiente per sopportare le esigenze fisiche del lavoro con l'obiettivo di ridurre la durata dell'invalidità lavorativa a seguito di infortuni. ⁽²⁾ Una strategia può essere quella di aumentare la capacità fisica dei lavoratori mediante programmi di esercizio eseguiti sul posto di lavoro. Secondo le linee guida dell'*American College of Sports Medicine* (ACSM), gli adattamenti più pronunciati a livello delle cellule muscolari si ottengono in risposta all'allenamento muscolare dinamico e progressivo, che comprende contrazioni concentriche ed eccentriche ad alta intensità e un massimo di otto a dodici contrazioni. Un principio generale della fisiologia dell'esercizio è che l'allenamento dovrebbe essere regolare e continuo per ottenere risultati migliori. La letteratura mostra che, per garantire che gli interventi siano il più efficaci possibile, devono essere semplici, di facile comprensione e far parte della routine quotidiana del lavoratore. I programmi di medicina del lavoro hanno dimostrato miglioramenti nei principali fattori di rischio globali per le malattie croniche, il che ha portato al loro ruolo crescente nella prevenzione delle malattie croniche. ⁽⁵⁾ Negli ultimi vent'anni, il numero di programmi di promozione della salute nei luoghi di lavoro ha continuato a crescere. Questa crescita può essere attribuita alla maggiore consapevolezza dei vantaggi di disporre di programmi di promozione della salute di qualità disponibili per i dipendenti. Le aziende ritengono che questi programmi possano ridurre i costi dell'assistenza sanitaria e della disabilità dei dipendenti, ridurre il

tasso di rinnovo del personale, aiutare a reclutare nuovi lavoratori, migliorare l'immagine dell'azienda e migliorare la produttività dei dipendenti. L'esercizio fisico riabilitativo svolge quindi un ruolo fondamentale nel processo di recupero e nella riabilitazione dei lavoratori che svolgono operazioni manuali, spesso esposti a movimenti ripetitivi, sollevamento di pesi e sforzi fisici intensi. Tuttavia, è ampiamente riconosciuto che ci sono differenze significative di genere nella risposta fisiologica e nella capacità di recupero dopo l'esercizio. ⁽¹²⁾ Questa tesi si propone di esplorare la differenza di genere nella reazione all'esercizio fisico riabilitativo nei lavoratori sottoposti a lavori manuali, valutando le variabili fisiologiche, le differenze nei meccanismi di adattamento e gli aspetti psicologici che possono influenzare il processo di recupero. Il genere, ovvero il concetto di ruoli, comportamenti, attività e attributi che la società ritiene appropriati per uomini e donne, e il sesso, le diverse caratteristiche biologiche e anatomo-fisiologiche, sono termini relativamente nuovi nella ricerca ergonomica e interagiscono per produrre rischi differenziali e vulnerabilità alla malattia (Organizzazione Mondiale della Sanità). ⁽¹⁶⁾ Il legame tra genere e rischi professionali (Quinn e Smith 2018) dovrebbe quindi essere considerato e integrato nella valutazione del rischio, nelle misure preventive e nella gestione della salute e della sicurezza (Commissione Europea 2002). I disturbi muscoloscheletrici (DOMS) sono attualmente un grave problema di salute sul lavoro che ha un impatto diverso su uomini e donne. ⁽¹⁴⁾ Le differenze biologiche tra uomini e donne svolgono un ruolo chiave nella risposta fisiologica all'esercizio fisico. Gli uomini tendono ad avere una maggiore massa muscolare, un livello più elevato di testosterone e una maggiore capacità aerobica rispetto alle donne. Questi fattori possono influenzare la capacità di recupero e la risposta muscolare dopo l'esercizio fisico riabilitativo e un lavoro che presenta sovraccarico biomeccanico. Il tipo di lavoro può essere un altro fattore di rischio differenziale. La sesta indagine nazionale sulle condizioni di lavoro eseguita dall'*Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo* in Spagna, ha rilevato che una percentuale maggiore di maschi gestisce carichi pesanti rispetto alle femmine (43% e 29%, rispettivamente). ⁽¹⁶⁾ Per quanto riguarda l'area del corpo interessata, le femmine hanno maggiori probabilità di riportare disturbi muscoloscheletrici negli arti superiori e inferiori e nella parte superiore della schiena, mentre i maschi hanno un rischio maggiore di dolore lombare. ⁽¹⁴⁾ A loro volta, le donne sollevano o spostano le persone in misura maggiore rispetto ai maschi (17% e 5%,

rispettivamente), un compito frequente nel lavoro sanitario e sociale, in cui predominano le donne. A seconda del tipo di lavoro e a causa della mascolinizzazione e femminilizzazione di alcuni di loro, maschi e femmine sono esposti a diversi fattori di rischio DOMS. I fattori di rischio che possono contribuire alla sofferenza dei disturbi muscoloscheletrici possono essere ampiamente classificati in fattori fisici, organizzativi, psicosociali e individuali. ⁽¹⁴⁻¹⁸⁾ Oltre alle differenze biologiche, ci sono anche differenze nei meccanismi di adattamento. Le donne potrebbero avere una maggiore tolleranza all'accumulo di acido lattico, un metabolita che si accumula durante l'esercizio intenso che può contribuire alla fatica muscolare. Questo potrebbe significare che la donna è in grado di sopportare una maggiore durata dell'esercizio fisico, ma può essere più soggetta a un affaticamento muscolare prolungato rispetto all'uomo. ⁽¹¹⁾ Inoltre, ci sono aspetti psicologici che possono giocare un ruolo significativo nella reazione all'esercizio fisico riabilitativo. Le donne potrebbero avere una diversa percezione del dolore rispetto agli uomini, con una maggiore sensibilità al dolore cronico e una minore tolleranza. Questo potrebbe influenzare la motivazione e l'adesione all'esercizio fisico, con conseguenze sulla durata e sull'efficacia del programma di riabilitazione. In conclusione, le differenze biologiche, i meccanismi di adattamento e gli aspetti psicologici possono tutti contribuire a variazioni nella risposta fisiologica, nella capacità di recupero e nell'adesione all'esercizio fisico riabilitativo. ⁽¹³⁾ Comprendere tali differenze è indispensabile per personalizzare gli interventi motori e ottimizzare i risultati per entrambi i generi.

2. MATERIALI E METODI

2.1 FLOW-CHART

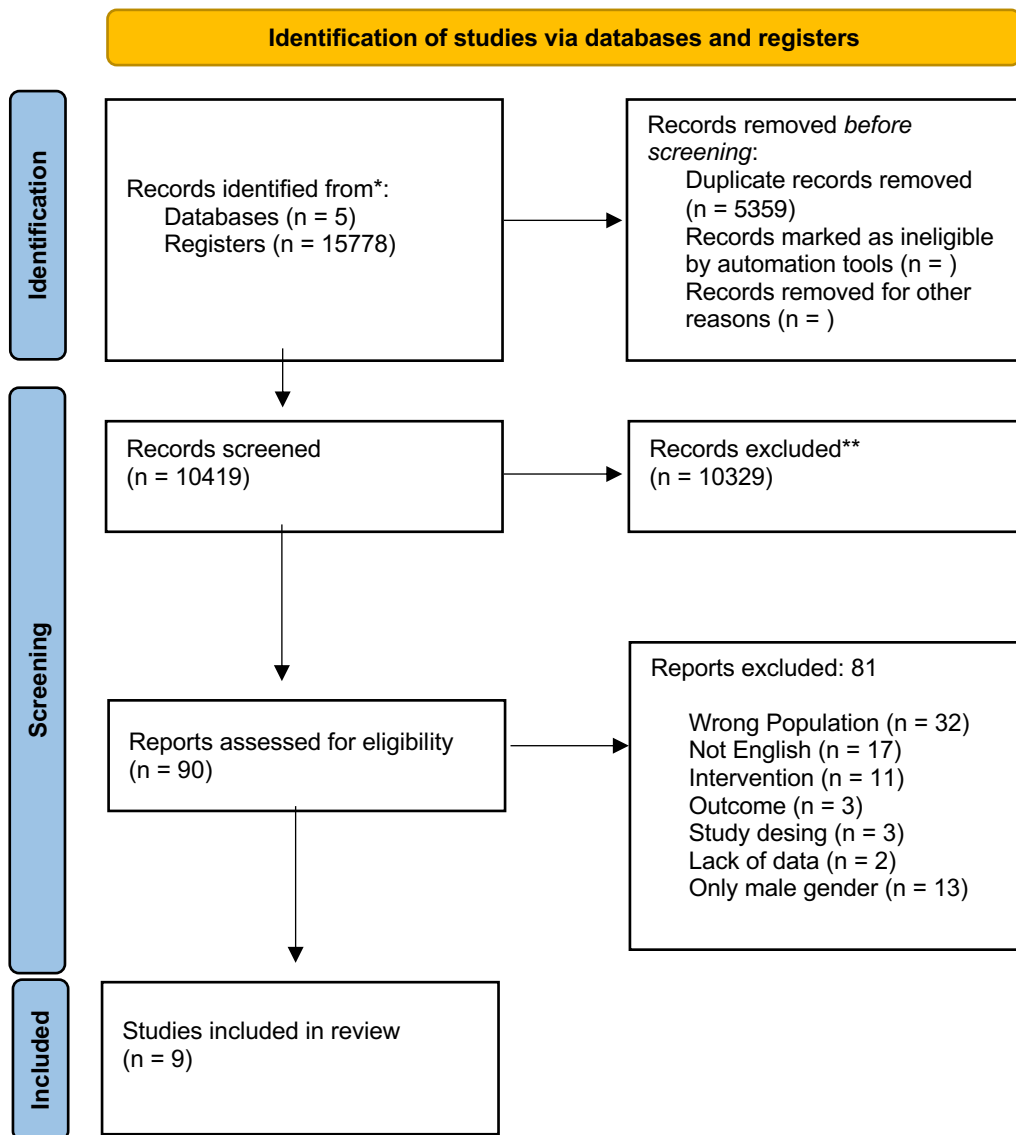
La dichiarazione PRISMA 2020 è stata progettata principalmente per revisioni sistematiche (una revisione che utilizza metodi espliciti e sistematici per raccogliere e sintetizzare i risultati di studi che affrontano una domanda chiaramente formulata) di studi che valutano gli effetti degli interventi sanitari, indipendentemente dalla progettazione degli studi inclusi. PRISMA 2020 è destinato all'uso in revisioni sistematiche che includono la sintesi o non includono la sintesi (ad esempio, perché viene identificato un solo studio idoneo). Gli elementi del PRISMA 2020 sono rilevanti per le

revisioni sistematiche con metodi misti (che includono studi quantitativi e qualitativi). L'uso di PRISMA 2020 ha il potenziale per avvantaggiare molte parti interessate. Il reporting completo consente ai lettori di valutare l'adeguatezza dei metodi e quindi l'attendibilità dei risultati. Presentare e riassumere le caratteristiche degli studi che contribuiscono a una sintesi consente agli operatori sanitari e ai responsabili politici di valutare l'applicabilità dei risultati al loro contesto. La segnalazione completa di tutti gli articoli PRISMA 2020 facilita anche la replica e gli aggiornamenti delle revisioni, nonché l'inclusione di revisioni sistematiche nelle panoramiche (delle revisioni sistematiche) e nelle linee guida.⁽¹⁵⁾

La flow-chart seguente si propone di illustrare come sia avvenuto il processo di selezione degli articoli che avvalorano questa tesi. Sono stati inclusi i seguenti strumenti di ricerca: PubMed, Scopus, CINAHL, EMBASE e Web of Science. Le stringhe di parole chiave utilizzate per filtrare i risultati sono: *Musculoskeletal Diseases [Mesh] OR Musculoskeletal Diseases OR work-related musculoskeletal disorders OR [job-related AND (injury OR illness OR pain)] OR [work-related AND (injury OR illness OR pain)] OR [pain AND (neck OR hand OR wrist OR back OR musculoskeletal OR upper limb OR intensity OR shoulder OR MSK)] OR (perceived AND exertion AND work) OR visual analogue scale OR VAS; Exercise [Mesh] OR exercise OR physical activity OR training routine; Return to Work [Mesh] OR Workplace [Mesh] OR workplace OR Return to Work OR manual labor OR blue collar OR manual handling of loads OR ergonom OR work ability OR work performance OR sick leave OR physically demanding work OR sickness presenteeism OR sickness absence OR assembly work OR handwork.*

Nel processo di identificazione sono stati messi a registro 15778 elementi, dei quali 5359 sono stati rimossi in quanto duplicati. Nella fase di screening dei rimanenti 10419 elementi, è stata fatta una selezione a seconda delle caratteristiche e dello scopo dell'indagine. I criteri di inclusione identificati sono: malattie muscolo-scheletriche; una popolazione di uomini e donne di età compresa tra i 18 e i 65 anni; lavoratori impegnati nella movimentazione manuale di materiali e/o in movimenti ripetitivi della parte superiore del braccio; protocolli di esercizio supervisionato o meno; differenti modalità di attività fisica (PA) e/o con un gruppo di controllo; studio pilota; RCT; non RCT; studio esplorativo; studio pilota randomizzato. Vengono quindi esclusi per mancanza dei requisiti sopra elencati 10329 elaborati. Risultano ammissibili in totale 90 articoli, tra

quali viene operata un'ulteriore selezione mediante i seguenti parametri di esclusione: articoli non in lingua inglese, senza gruppo di intervento, senza *outcome*, senza un design dello studio, mancanza di dati e popolazione non idonea in quanto questa tesi analizza le differenze di genere e il ruolo dell'esercizi fisico nella prevenzione dei disturbi muscolo-scheletrici legati alla popolazione in questione. Per tali motivi vengono esclusi 81 articoli. Ne rimane che verranno inclusi 9 elaborati.



*Consider, if feasible to do so, reporting the number of records identified from each database or register searched (rather than the total number across all databases/registers).

**If automation tools were used, indicate how many records were excluded by a human and how many were excluded by automation tools.

2.2 QUALITÀ DEGLI STUDI

Citation	Randomization procedure	Similarity of study groups	Inclusion or exclusion criteria	Dropouts	Blinding	Compliance	Intention-to-treat analysis	Timing of outcomes assessment	Follow-up	Results
AUTHOR	+/-									0/9
Cimarras-Otal 2020	+	+	+	+	+	+	-	+	+	8/9
Weyh 2020	-	+	+	+	-	+	+	+	-	6/9
Muñoz-Poblete 2019	+	+	+	+	+	+	-	+	+	8/9
Rasotto 2015	+	+	+	+	-	+	+	+	-	7/9
Moreira-Silva 2014	+	+	-	+	-	-	-	+	-	4/9
Sundstrup 2014	+	+	+	+	+	+	+	+	+	9/9
Pedersen 2013	+	-	+	+	+	+	+	+	+	8/9
Zebis 2011	+	-	+	+	-	+	+	+	+	7/9
Cheng 2007	-	+	+	-	-	-	-	+	-	3/9

2.3 DESCRIZIONE DEGLI STUDI

Study	Subjects and grouping	Training modality, program and intensity	Duration and frequency
AUTORE (ANNO)	N SOGGETTI GRUPPI (N) ETA'	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO	DURATA, FREQUENZA, SESSIONE
Cimarras-Otal et al (2020)	18 IG – intervention group: 10 (8 M, 2 F) CG – control group: 8 (4 M, 4 F) Age IG: 42.25 ± 7.28 Age CG: 42.20 ± 5.59	Compensatory exercises (displacement of workplace, cervical, spinal movement, handle loads, shoulder movement, use of tools). Three exercise levels of difficulty: starting level (1 st -3 rd wk), average level (4 th -5 th wk) and advanced level (7 th -8 th wk).	8 weeks
Weyh et al (2020)	77 ETG – endurance training group: 27 (M), 1 (F)	STG: 1 st -12 th wk: 3 sets of 20-25 reps at 55-60% 1RM 13 th -24 th wk: 3 sets of 10-15 reps at 70-75% 1RM 10 min of global warming before each session 60-sec break between each set.	24 weeks STG: 2-3 d/w ETG: 3 d/w

	<p>STG – strength training group: 28 (M)</p> <p>CG – control group: 21 (M)</p> <p>Age ETG: 39 ± 10</p> <p>Age STG: 42 ± 8</p> <p>Age CG: 39 ± 11</p>	<p>Chest or bench press, shoulder raises, seated row, dumbbell neck lift, fore-arm dumbbell curls, cable internal/external rotation, back extension, abdominal crunch/common crunches, leg press.</p> <p>ETG: 1st-12th wk: moderate intensity (65-75% HRmax), 30 min each 4 wk by 5 min up to 40 min, vigorous (75-85% HRmax) intensity stayed consequently at 20 min. 13th-24th wk: moderate intensity (65-75% HRmax) once and vigorous intensity twice (75-85% HR max). Duration of vigorous intensity increased from 30 min each 4 wk by 5 min up to 40 min, moderate intensity keeps at 40 min.</p> <p>Cycling, jogging, (nordic-) walking. 24 hours rest, training volume increased every 4 wk by 10%.</p>	
Muñoz-Poblete et al (2019)	<p>105</p> <p>IG – intervention group: 52 (M: 83.2%; F: 16.98%)</p> <p>CG – control group: 53 (M: 78.6%; F: 21.4%)</p> <p>Age IG: 29.03 ± 5.38</p> <p>Age CG: 28.36 ± 5.42</p>	<p>Progressive resistance: training was bilateral, focusing on three areas of the body: scapular waist zone, shoulder zone, forearm-hand zone- started with a pre-tensioned rubber band, concentric contraction, isometric contraction (6 sec), eccentric contraction. Pause between each cycle (10 sec).</p> <p>Phase 1 (48 sessions): shoulder stabilizing muscles with three progressive levels of resistance using the Theraband of 4.6 kg, 6.3 kg and 8.5 kg for 16 sessions each. Phase 2 (36 sessions): three progressive levels of resistance, Theraband of 4.6 kg, 6.3 kg and 8.5 kg for 12 sessions each. Phase 3 (24 sessions): three progressive levels of resistance, Theraband of 4.6 kg, 6.3 kg and 8.5 kg for 8 sessions each.</p> <p>Women carried out the same protocol as men, but with a lower resistance, Theraband of 3.2 kg, 4.6 kg and 6.3 kg.</p> <p>The control group maintained a daily routine established by both companies consisting of stretching exercises. These exercises consisted of limb movements to stretch musculoskeletal tissues.</p>	<p>16 weeks</p> <p>3 d/w</p> <p>15 min</p>
Rasotto et al (2015)	<p>60 (F)</p> <p>IG – intervention group: 30</p> <p>CG – control group: 30</p> <p>Age IG: 38.05 ± 6.07</p> <p>Age CG: 40.32 ± 6.32</p>	<p>1 month: first part (~8 minutes) included warm-up exercises at very low intensities; mobilization exercises of shoulder and upper limbs. 3 sets for each exercise Second part: strength training, 15 minutes, intensity was targeted between 5 to 7 on a perceived exertion scale of 0 to 10. At the end of each training session, approximately 8 minutes were dedicated to the cool down, using six additional stretching positions maintained from 60 to 90 seconds. The CG received no intervention.</p>	<p>6 months</p> <p>2 d/w</p> <p>30 minutes</p>
Moreira-Silva et al (2014)	<p>70 (M, F)</p> <p>IG (TOI) – intervention group: 39</p> <p>CG (TOR) – reference group: 31</p> <p>Age IG: 38.8 ± 8.6</p> <p>Age CG: 38.0 ± 6.9</p>	<p>The training sessions were given during work time. Stretching exercises: hands, wrists, elbows, shoulders, neck, and dorsal and lumbar regions. Strengths were included: lower extremities. Intimate to do some aerobic training at home.</p>	<p>6 months</p> <p>3 d/w</p> <p>10-15 min</p>

Sundstrup et al (2014)	66 (M, F) RTG – resistance training group: 33 ETG – ergonomic training group: 33 Age RTG: 48 ± 9 Age ETG: 43 ± 9	RTG performed supervised high-intensity strength training specifically for the shoulder, arm, and hand muscles during 3 sessions of 10 minutes. The training program consisted of 8 exercises: 1 - 2: shoulder rotation in 2 planes with elastic tubing, 3 - 4: ulnar and radial deviation of the wrist using sledgehammers, 5: eccentric training of the wrist extensors using a FlexBar, 6: wrist flexion and extension by the use of a wrist roller, 7: flexion of the hand using a hand gripper, 8: extension of the hand and fingers using expand-your-hand bands. Training intensity (loads) was progressively increased from 20 RM to 8 RM during the later phase. EG received ergonomic training addressing job-specific training where participants received appropriate guidance and training in how to correctly handle the individual work task stations.	10 weeks 3 d/w 10 min per session
Pedersen et al (2013)	537 TG1 – training group 1: 282 (80% F) TG2 – training group 2: 255 (89% F) Age TG1: 42 ± 10 Age TG2: 42 ± 11	TG1 performed strength training for the shoulder, neck and arm with dumbbells (wrist extension, shoulder lateral raise, shoulder front raise, shoulder shrugs, reverse flies) 20 min, 3 times per week, for 20 weeks. Training loads were progressively increased from moderate loadings of 15-20 RM during the initial weeks to relatively heavier loadings of 8-12 RM during the final weeks. Adherence was quantified from questionnaire replies on training frequency at follow-up. After 20 weeks TG2 was offered the same training as TG1 did the first 20 weeks for half a year until January 2010. Participants in TG1 were allowed to continue training until 2010 but without supervision or any form of guidance. TG1 was not allowed to train, when TG2 had supervised training. However, they were allowed to train during working hours as previously and the management was positive to this continued training.	20 weeks - 1 year TG1: strength training 20' x 3d/w from 15-20 RM to 8-12 RM TG2: same as TG1 after 20 weeks
Zebis et al (2011)	537 TG – training group: 282 CG – control group: 255 Age TG: 42 ± 11 Age CG: 42 ± 10	The intervention took place over a 20-week period with questionnaires sent out in January 2009 and June 2009. Training group used 1H/week during work hours for the specific training program. Experienced instructors introduced the program in small groups and then the subjects were allowed to train on individual basis or in self organized groups. TG performed high-intensity specific strength training locally for the neck and shoulder muscles with 4 different dumbbell exercises and 1 exercise for the wrist extensor muscles. The training regime consisted of three sessions per week, each lasting 20 minutes. After two introductory training sessions relative loadings were progressively increased - from 15 RM ~70% of maximal intensity at the beginning of the training period (week 1-12) - to 8-12 RM ~75-85% of maximal intensity during the later phase (week 13-20). Slow to moderate lifting velocity in EC and CC. Participants in the control group received advice to stay physically active and were consulted once a week by a supervisor during the 20-week period. After the 20 weeks intervention period, the control group was offered an equivalent 20 weeks training period - i.e. 1 hour a week during work hours.	20 weeks 3 d/w > 20 min
Cheng et al (2007)	94 CWH – Clinic-based work hardening training: 48 (35 M, 13 F) WWH – Workplace-based work hardening training: 46 (37 M, 9 F) Age CHW: 32.1 ± 10.33	Three sessions a week in both CWH and WWH group. The training content in the CWH group was comprised of mobilization activities for upper limb extremities, strength and endurance training as well as work simulation. In addition, it was also ensured that CWH group workers did not receive any workplace-based intervention such as on-site job analysis, job placement or liaison with the superior or employer. The Training for WWH was Static stretching methods for posterior, anterior and inferior shoulder structure are performed slowly. Shoulder stretch. Stretching exercises for the shoulder were used as warm up exercises to decrease the resistance of soft tissues. Static stretching methods for posterior, anterior and inferior shoulder structure are performed slowly and held for at least 15 s each time, one set of 10 stretches for each one.	4 weeks 3d/week

	Age WWH: 32.6 ± 10.13	<p>Scapular control exercises (3 sets x 10 each) are closed chain exercises in which the hand of the injured shoulder is placed against the wall: Scapular elevation, depression, protraction and retraction, wall push-ups and knee push-ups.</p> <p>Strengthening isometric exercises (3 sets x 10 each) for shoulder (shoulder abduction, shoulder adduction, shoulder flexion, shoulder extension, shoulder external rotation and shoulder internal rotation) and specifically for rotator cuff muscle were started immediately after the scapular control exercises, and also progressive resistive dynamic exercises (holding a bottle of distilled water for 15 min)</p> <p>The training program was based on Phase 2 (the recovery phase) & Phase 3 (the functional phase)</p>	
--	-----------------------	--	--

d/w: day/week;

2.4 DATI

Author (year)	Group	Pain and disabilities	Health-related physical fitness	Cardiological parameters
Cimarras-Otal et al (2020)	IG	<p>ODI 17 ± 16.42 to 18.6 ± 14.67</p> <p>BPI short form Pain intensity in last 24 hours (total) 3.9 ± 2.05 to 2.85 ± 2.3</p> <p>Maximum pain 5.2 ± 2.74 to 4 ± 2.91</p> <p>Minimum pain 2.3 ± 1.89 to 1.8 ± 1.99</p> <p>Average pain 4.2 ± 2.3 to 3.3 ± 2.67</p> <p>Pain at time of completion 3.9 ± 2.18 to 2.3 ± 2.36</p> <p>Pain interference (total) 3.23 ± 2.48 to 2.03 ± 2.11, <i>p</i> < .01 **</p>	<p>General activities 4.9 ± 3.18 to 2.9 ± 2.85</p> <p>Mood 3.4 ± 3.06 to 1.8 ± 2.44, <i>p</i> < .05 *</p> <p>Walking 1.1 ± 1.91 to 0.6 ± 1.07</p> <p>Usual work 4.2 ± 3.26 to 3.1 ± 3.14</p> <p>Relations with others 2 ± 2.67 to 1 ± 1.94</p> <p>Sleep 3.6 ± 3.75 to 2.9 ± 3.21</p> <p>Enjoyment 3.4 ± 3.13 to 1.9 ± 2.47</p> <p>F/R test Flexion angle (°) 68.38 ± 9.47 to 75.94 ± 8.34, <i>p</i> < .05 *</p> <p>Flexion speed (°/sg) 31.33 ± 8.47 to 31.33 ± 9.25</p> <p>FER spinalis (uV) 1.10 ± 0.97 to 0.90 ± 0.60</p>	
	CG	<p>ODI^a 16.75 ± 13.09 to 12.25 ± 12.98</p> <p>BPI short form Pain intensity in last 24 hours (total) 4.75 ± 1.16 to 3.44 ± 1.19, <i>p</i> < .05 *</p> <p>Maximum pain 7.63 ± 2 to 5.5 ± 2.33</p> <p>Minimum pain 3.13 ± 2.03 to 2 ± 1.77</p> <p>Average pain 5 ± 1.41 to 3.63 ± 1.51</p> <p>Pain at time of completion 3.25 ± 1.67 to 2.63 ± 1.77</p> <p>Pain interference (total) 3.91 ± 3.21 to 2.82 ± 2.04</p>	<p>General activities 4.38 ± 3.2 to 2.75 ± 2.66</p> <p>Mood 4.88 ± 4.29 to 3.38 ± 3.54</p> <p>Walking 3.5 ± 3.85 to 1.38 ± 2.5</p> <p>Usual work 3.88 ± 2.95 to 3.13 ± 1.64</p> <p>Relations with others 3.38 ± 3.85 to 1.75 ± 2.76</p> <p>Sleep 3.5 ± 2.83 to 3.88 ± 3.36</p> <p>Enjoyment 3.88 ± 3.91 to 3.5 ± 3.63</p> <p>F/R test^c Flexion angle (°) 74.32 ± 13.89 to 72.86 ± 12.56</p>	

			<p>Flexion speed (%/sg) 33.69 ± 10.47 to 22.56 ± 6.63</p> <p>FER^c spinalis (uV) 0.95 ± 0.33 to 1.07 ± 0.32</p>	
Weyh et al (2020)	<p>ETG</p> <p>Weight (kg) 92.0 ± 20.7 to 90.8 ± 20.0</p> <p>BMI (kg/m²) 29.3 ± 6.5 to 28.6 ± 6.2</p> <p>Fat mass (%) 25 ± 7 to 23 ± 6, <i>p</i> ≤ .05*</p> <p>Muscle mass (%) 54 ± 5 to 55 ± 5, <i>p</i> ≤ .05*</p>	<p>RPEmax (Borg) StOP: 16 ± 2 to 15 ± 2, <i>p</i> ≤ .05* SiBP: 15 ± 1 to 13 ± 2, <i>p</i> ≤ .05*</p> <p>VASmax (mm) StOP: 48 ± 23 to 40 ± 25 SiBP: 37 ± 21 to 26 ± 17</p> <p>PCS (SF-36-score) 52.7 ± 4.8 to 52.4 ± 4.4</p> <p>MCS (SF-36-score) 52.3 ± 4.0 to 53.2 ± 5.5</p>	<p>Erector spinae m. StOP: 6.1 ± 4.4 to 5.6 ± 2.9 SiBP: 7.9 ± 5.6 to 6.4 ± 3.9, <i>p</i> ≤ .05*</p> <p>Infraspinatus m. StOP: 12.4 ± 4.9 to 11.7 ± 5.7, <i>p</i> ≤ .05* SiBP: 11.7 ± 4.7 to 9.3 ± 4.3</p> <p>Deltoides m. StOP: 17.5 ± 7.8 to 17.2 ± 7.2 SiBP: 8.3 ± 5.1 to 6.5 ± 3.9</p> <p>Pectoralis major m. StOP: 11.4 ± 6.8 to 11.9 ± 7.9 SiBP: 2.5 ± 3.5 to 3.1 ± 5.8</p> <p>Extensor dig. long m. StOP: 14.3 ± 4.5 to 16.7 ± 6.6 SiBP: 6.8 ± 7.1 to 8.6 ± 5.4, <i>p</i> ≤ .05*</p> <p>Biceps b. m. StOP: 2.6 ± 1.4 to 3.2 ± 2.3 SiBP: 5.3 ± 5.0 to 4.2 ± 2.9</p> <p>Triceps b. m. StOP: 2.7 ± 1.6 to 3.1 ± 3.7 SiBP: 3.8 ± 3.8 to 3.5 ± 4.3</p> <p>SBPmax (mm Hg) StOP: 154 ± 16 to 158 ± 18 SiBP: 151 ± 19 to 143 ± 13</p> <p>DBPmax (mm Hg) StOP: 109 ± 13 to 105 ± 10 SiBP: 103 ± 11 to 97 ± 10</p> <p>Arm flexion (Nm) 132.9 ± 34.0 to 138.1 ± 33.3</p> <p>Arm extension (Nm) 70.5 ± 17.5 to 74.7 ± 21.6</p> <p>Knee flexion (Nm) 201.4 ± 63.1 to 216.5 ± 71.3</p> <p>Knee extension (Nm) 371.1 ± 111.6 to 399.5 ± 108.2</p> <p>Trunk flexion (Nm) 151.8 ± 50.6 to 167.1 ± 57.9</p> <p>Back extension (Nm) 259.2 ± 109.4 to 287.1 ± 91.8; <i>p</i> ≤ .05*</p>	<p>HRmax (beats/min) StOP: 98 ± 16 to 91 ± 11; <i>p</i> ≤ .05* SiBP: 87 ± 16 to 80 ± 15; <i>p</i> ≤ .05*</p> <p>EWT-duration (s) StOP: 439 ± 62 to 468 ± 31; <i>p</i> ≤ .05* SiBP: 464 ± 50 to 476 ± 20</p> <p>Maximum bicycle performance (W) 206 ± 34 to 226 ± 37; <i>p</i> ≤ .05*</p> <p>Relative bicycle performance (WAg/BW) 2.3 ± 0.6 to 2.5 ± 0.6; <i>p</i> ≤ .05*</p>

<p>STG</p> <p>Weight (kg) 87.7 ± 12.0 to 88.2 ± 11.7</p> <p>BMI (kg/m²) 27.9 ± 3.5 to 28.0 ± 3.5</p> <p>Fat mass (%) 23 ± 6 to 21 ± 5; <i>p</i> ≤ .05*</p> <p>Muscle mass (%) 54 ± 4 to 57 ± 4; <i>p</i> ≤ .05*</p>	<p>RPEmax (Borg) StOP: 16 ± 2 to 15 ± 2; <i>p</i> ≤ .05* SiBP: 15 ± 2 to 14 ± 2</p> <p>VASmax (mm) StOP: 50 ± 29 to 34 ± 27; <i>p</i> ≤ .05* SiBP: 41 ± 24 to 30 ± 25</p> <p>PCS (SF-36-score) 45.7 ± 7.8 to 52.0 ± 4.8</p> <p>MCS (SF-36-score) 50.6 ± 8.6 to 53.2 ± 5.2</p>	<p>Erector spinae m. StOP: 5.7 ± 4.2 to 4.9 ± 2.5 SiBP: 6.9 ± 4.7 to 5.9 ± 3.9; <i>p</i> ≤ .05*</p> <p>Infraspinatus m. StOP: 11.3 ± 7.3 to 8.4 ± 5.2; <i>p</i> ≤ .05* SiBP: 9.7 ± 5.4 to 9.4 ± 7.0</p> <p>Deltoideus m. StOP: 14.5 ± 4.6 to 12.0 ± 6.2 SiBP: 7.6 ± 6.4 to 6.2 ± 4.0</p> <p>Pectoralis major m. StOP: 9.9 ± 5.2 to 12.0 ± 7.1 SiBP: 5 ± 2.4 to 6.1 ± 6.1; <i>p</i> ≤ .05*</p> <p>Extensor dig. long m. StOP: 14.5 ± 6.2 to 14.7 ± 5.5 SiBP: 9.8 ± 5.2 to 9.6 ± 6.0</p> <p>Biceps b. m. StOP: 4.7 ± 3.8 to 2.9 ± 2.5 SiBP: 6.0 ± 4.9 to 4.2 ± 3.2</p> <p>Triceps b. m. StOP: 5.7 ± 3.9 to 4.4 ± 4.7 SiBP: 7.6 ± 4.3 to 6.5 ± 5.9</p> <p>Arm flexion (Nm) 131.1 ± 24.9 to 135.9 ± 28.5</p> <p>Arm extension (Nm) 75.1 ± 20.9 to 77.3 ± 19.1</p> <p>Knee flexion (Nm) 188.4 ± 49.8 to 202.3 ± 53.7</p> <p>Knee extension (Nm) 390.1 ± 92.8 to 416.2 ± 120.7</p> <p>Trunk flexion (Nm) 143.1 ± 44.8 to 169.1 ± 60.5</p> <p>Back extension (Nm) 299.7 ± 93.0 to 373.2 ± 111.9; <i>p</i> ≤ .05*</p>	<p>SBPmax (mm Hg) StOP: 152 ± 24 to 150 ± 17 SiBP: 150 ± 23 to 150 ± 23</p> <p>DBPmax (mm Hg) StOP: 103 ± 12 to 103 ± 10 SiBP: 100 ± 12 to 102 ± 18</p> <p>HRmax (beats/min) StOP: 100 ± 16 to 95 ± 14 SiBP: 89 ± 15 to 84 ± 12</p> <p>EWT-duration (s) StOP: 424 ± 67 to 458 ± 45; <i>p</i> ≤ .05* SiBP: 471 ± 33 to 478 ± 11</p> <p>Relative bicycle performance (WAg/BW) 2.5 ± 0.7 to 2.7 ± 0.6</p>
<p>CG</p> <p>Weight (kg) 87.8 ± 17.1 to 88.2 ± 18.8</p> <p>BMI (kg/m²) 28.2 ± 4.5 to 28.2 ± 4.5</p> <p>Fat mass (%) 23 ± 6 to 24 ± 6</p> <p>Muscle mass (%) 54.6 ± 47 to 199 ± 43</p>	<p>RPEmax (Borg) StOP: 16 ± 3 to 16 ± 3 SiBP: 14 ± 4 to 15 ± 3</p> <p>VASmax (mm) StOP: 48 ± 30 to 52 ± 28 SiBP: 39 ± 29 to 47 ± 26</p> <p>PCS (SF-36-score) 50.8 ± 6.0 to 49.7 ± 7.3</p> <p>MCS (SF-36-score) 51.4 ± 7.4 to 50.1 ± 9.2</p>	<p>Erector spinae m. StOP: 6.7 ± 5.2 to 6.7 ± 4.1 SiBP: 4.6 ± 3.0 to 6.8 ± 4.9; <i>p</i> ≤ .05*</p> <p>Infraspinatus m. StOP: 12.0 ± 9.7 to 10.6 ± 6.1; <i>p</i> ≤ .05* SiBP: 9.8 ± 6.2 to 10.5 ± 5.9</p> <p>Deltoideus m. StOP: 16.5 ± 6.2 to 17.2 ± 7.2 SiBP: 9.5 ± 6.2 to 8.9 ± 4.0</p> <p>Pectoralis major m. StOP: 12.0 ± 6.4 to 11.8 ± 6.4 SiBP: 2.7 ± 2.2 to 2.2 ± 1.9; <i>p</i> ≤ .05*</p> <p>Extensor dig. long m. StOP: 16.2 ± 8.0 to 14.6 ± 6.8 SiBP: 8.9 ± 4.8 to 10.0 ± 7.2</p> <p>Biceps b. m. StOP: 3.3 ± 2.9 to 4.1 ± 3.3 SiBP: 3.7 ± 2.5 to 4.2 ± 3.4</p> <p>Triceps b. m. StOP: 4.2 ± 3.1 to 8.0 ± 9.2 SiBP: 4.9 ± 3.5 to 8.9 ± 8.6</p> <p>Arm flexion (Nm) 129.1 ± 23.4 to 131.5 ± 18.1</p> <p>Arm extension (Nm) 71.0 ± 23.4 to 67.8 ± 19.6</p> <p>Knee flexion (Nm)</p>	<p>SBPmax (mm Hg) StOP: 156 ± 27 to 157 ± 24 SiBP: 155 ± 24 to 152 ± 23</p> <p>DBPmax (mm Hg) StOP: 107 ± 13 to 105 ± 10 SiBP: 107 ± 14 to 103 ± 12</p> <p>HRmax (beats/min) StOP: 99 ± 14 to 95 ± 15 SiBP: 87 ± 11 to 84 ± 10</p> <p>EWT-duration (s) StOP: 428 ± 77 to 428 ± 79 SiBP: 463 ± 47 to 463 ± 47</p> <p>Maximum bicycle performance (W) 202 ± 47 to 199 ± 43</p> <p>Relative bicycle performance (WAg/BW) 2.4 ± 0.5 to 2.4 ± 0.5</p>

			<p>206.5 ± 59.8 to 208.1 ± 45.9</p> <p>Knee extension (Nm) 409.6 ± 120.8 to 394.4 ± 122.6</p> <p>Trunk flexion (Nm) 181.1 ± 70.9 to 162.3 ± 56.0</p> <p>Back extension (Nm) 337.0 ± 126.9 to 303.0 ± 132.6</p>	
Muñoz-Poblete et al (2019)	IG	<p>Pain intensity VAS 0–100 mm Upper limb 8.0 ± 7.1 to 5.4 ± 8.8; <i>p</i> < .007 **</p> <p>Neck 5.8 ± 15.1 to 1.1 ± 5.4; *</p> <p>Right shoulder 10.9 ± 21.1 to 8.5 ± 20.3;</p> <p>Left shoulder 8.8 ± 21.2 to 6.5 ± 15.9</p> <p>Right elbow-forearm 6.7 ± 12.9 to 4.3 ± 14.2; <i>p</i> < .016 *</p> <p>Left elbow-forearm 4.8 ± 13.2 to 5.3 ± 16.4</p> <p>Right wrist-hand 10.6 ± 19.7 to 4.5 ± 16.4; <i>p</i> < .034 *</p> <p>Left wrist-hand 6.2 ± 16.4 to 1.1 ± 5.4; <i>p</i> < .013 *</p> <p>Functionality initial DASH: 0–105 points 27.2 ± 8.9 to 25.8 ± 8.7; <i>p</i> < .037 *</p>	<p>Everyday functional difficulties in the last week (%), <i>p</i> < .112 to <i>p</i> < .018 *</p> <p>None: 54.7 to 86.54 Few: 17.1 to 11.54 Moderate: 28.2 to 1.92 Substantial: - A lot: -</p> <p>Everyday working difficulties in the last week (%) None: 34.7 to 71.15 Few: 25.2 to 17.31 Moderate: 23.1 to 9.62 Substantial: 17.0 to 1.92 A lot: -</p> <p>Difficulty in performing work (%), <i>p</i> < .303 to <i>p</i> < .041 *</p> <p>None: 49.1 to 78.85 Little difficulty: 14.2 to 3.85 Moderate difficulty: 9.8 to 3.85 Great difficulty: 26.9 to 9.62 Incapable: - to 3.85</p> <p>Difficulty in performing work as well as you would wish (%) <i>p</i> < .282 to <i>p</i> < .021 *</p> <p>None: 31.5 to 71.15 Little difficulty: 19.2 to 13.46 Moderate difficulty: 21.2 to 5.77 Great difficulty: 28.1 to 9.62 Incapable: -</p>	
	CG	<p>Pain intensity VAS 0–100 mm Upper limb 9.7 ± 10.4 to 10.4 ± 11.3; <i>p</i> < .007 *</p> <p>Neck 9.9 ± 18.9 to 6.6 ± 17.6; <i>p</i> < .045 *</p> <p>Right shoulder 12.4 ± 23.9 to 11.1 ± 21.9</p> <p>Left shoulder 7.4 ± 16.7 to 6.6 ± 17.6</p> <p>Right elbow-forearm 10.4 ± 19.9 to 12.8 ± 24.6; <i>p</i> < .016 *</p> <p>Left elbow-forearm 5.6 ± 16.7 to 8.7 ± 21.5</p> <p>Right wrist-hand 13.9 ± 26.0 to 12.2 ± 25.5; <i>p</i> < .034 *</p> <p>Left wrist-hand 8.7 ± 21.8 to, 10.9 ± 20.8, <i>p</i> < .013 *</p> <p>Functionality initial DASH: 0–105 points 27.2 ± 8.9 to 28.7 ± 9.1; <i>p</i> < .037 *</p>	<p>Everyday functional difficulties in the last week (%), <i>p</i> < .112 to <i>p</i> < .018 *</p> <p>None: 56.4 to 71.7 Few: 21.3 to 9.43 Moderate: 22.3 to 18.87 Substantial: - A lot: -</p> <p>Everyday working difficulties in the last week (%), None: 32.3 to 43.40 Few: 28.1 to 32.0 Moderate: 19.4 to 16.98 Substantial: 20.2 to 5.66 A lot: - to 1.89</p> <p>Difficulty in performing work (%), <i>p</i> < .303 to <i>p</i> < .041 *</p> <p>None: 48.3 to 64.15 Little difficulty: 12.2 to 1.89 Moderate difficulty: 11.5 to 13.21 Great difficulty: 28.1 to 18.87 Incapable: - to 1.89</p> <p>Difficulty in performing work as well as you would wish (%) <i>p</i> < .282 to <i>p</i> < .021 *</p> <p>None: 33.6 to 45.28 Little difficulty: 17.8 to 26.42 Moderate difficulty: 22.4 to 20.75 Great difficulty: 26.2 to 7.55 Incapable: -</p>	

Rasotto et al (2015)	IG	<p>VAS neck (cm) 4.09 ± 2.88 to 3.73 ± 2.65</p> <p>VAS shoulder (cm) 2.39 ± 2.58 to 1.76 ± 2.56, <i>p</i> < .05*</p> <p>VAS elbow (cm) 1.07 ± 1.93 to 0.65 ± 1.19</p> <p>VAS wrist (cm) 3.25 ± 2.51 to 1.70 ± 1.85</p>	<p>SH el 164.91 ± 7.25 to 170.12 ± 7.67, <i>p</i> < .05*</p> <p>SH ab 162.99 ± 13.42 to 170.05 ± 10.12, <i>p</i> < .05*</p> <p>FL head 44.75 ± 10.11 to 45.38 ± 7.48</p> <p>EX head 54.73 ± 11.66 to 56.03 ± 11.99</p> <p>LI head 35.80 ± 3.86 to 39.56 ± 3.66, <i>p</i> < .05*</p> <p>RO head 69.93 ± 11.48 to 74.02 ± 7.62, <i>p</i> < .05*</p>	
	CG	<p>VAS neck (cm) 4.81 ± 2.79 to 4.38 ± 3.00</p> <p>VAS shoulder (cm) 2.03 ± 2.20 to 2.85 ± 2.41</p> <p>VAS elbow (cm) 0.86 ± 1.51 to 0.51 ± 1.01</p> <p>VAS wrist (cm) 4.36 ± 2.94 to 3.50 ± 2.55</p>	<p>SH el 167.60 ± 11.48 to 167.05 ± 16.48</p> <p>SH ab 161.46 ± 16.83 to 160.20 ± 26.15</p> <p>FL head 42.40 ± 12.50 to 42.59 ± 8.67</p> <p>EX head 51.56 ± 11.41 to 48.68 ± 7.46</p> <p>LI head 36.48 ± 5.05 to 37.87 ± 5.55</p> <p>RO head 73.82 ± 8.39 to 67.60 ± 12.34</p>	
Moreira-Silva et al (2014)	Reference (TOR)	<p>Neck</p> <p>12 m (% yes) 19 ± 61.3 to 20 ± 64.5</p> <p>Limit (% yes) 7 ± 22.6 to 6 ± 19.4</p> <p>7 days (% yes) 9 ± 29.0 to 9 ± 29.0</p> <p>Pain intensity 2 ± 5 to 3 ± 5</p> <p>Shoulders</p> <p>12 m (% yes) 18 ± 58.1 to 18 ± 58.,</p> <p>Limit (% yes) 6 ± 19.4 to 5 ± 16.1</p> <p>7 days (% yes) 9 ± 29.0 to 12 ± 38.7</p> <p>Pain intensity 3 ± 6 to 3 ± 6</p> <p>Elbows</p> <p>12 m (% yes) 9 ± 29.0 to 10 ± 32.3</p> <p>Limit (% yes) 5 ± 16.1 to 4 ± 12.9</p> <p>7 days (% yes) 6 ± 19.4 to 5 ± 16.1</p> <p>Pain intensity 0 ± 5 to 0 ± 3</p> <p>Wrists/hands</p> <p>12 m (% yes) 21 ± 67.1 to 24 ± 77.4</p> <p>Limit (% yes) 7 ± 22.6 to 8 ± 25.8</p> <p>7 days (% yes) 11 ± 35.5 to 10 ± 32.3</p> <p>Pain intensity 3 ± 5 to 4 ± 6</p> <p>Dorsal region</p>		<p>Blood pressure (mmHg) -systolic 123.7 ± 14.3 to 127.0 ± 17.1</p> <p>Blood pressure (mmHg) -diastolic 75.5 ± 8.8 to 75.9 ± 10.7</p> <p>MPVA (min/week) 180 ± 390 to 90 ± 135</p>

	<p>12 m (% yes) 6 ± 19.4 to 4 ± 12.9 Limit (% yes) 2 ± 6.5 to 2 ± 6.5 7 days (% yes) 2 ± 6.5 to 1 ± 3.2 Pain intensity 0 ± 0 to 0 ± 0,</p> <p>Lumbar region 12 m (% yes) 22 ± 71.0 to 23 ± 74.2 Limit (% yes) 9 ± 29.0 to 5 ± 16.1 7 days (% yes) 8 ± 25.8 to 8 ± 25.8 Pain intensity 3 ± 5 to 4 ± 4</p> <p>Hips/thighs 12 m (% yes) 6 ± 19.4 to 9 ± 29.0 Limit (% yes) 3 ± 9.7 to 4 ± 12.9 7 days (% yes) 3 ± 9.7 to 5 ± 16.1 Pain intensity 0 ± 0 to 0 ± 4</p> <p>Knees 12 m (% yes) 9 ± 29.0 to 11 ± 35.5 Limit (% yes) 6 ± 19.4 to 2 ± 6.5 7 days (% yes) 4 ± 12.9 to 4 ± 12.9 Pain intensity 0 ± 3 to 0 ± 3</p> <p>Ankles/feet 12 m (% yes) 14 ± 45.2 to 16 ± 51.6 Limit (% yes) 4 ± 12.9 to 3 ± 9.7 7 days (% yes) 5 ± 16.1 to 10 ± 32.3 Pain intensity 0 ± 3 to 3 ± 7</p>		
<p>Intervention (TOI)</p> <p>Weight (kg) 57.2 ± 15.2 to 67.3 ± 18.4 p<.194</p> <p>BMI (kg/m2) 26.0 ± 6.8 to 25.0 ± 7.4 p<.194</p> <p>Weight status (%) p<.739 non overweight 46.2 to 51.3</p> <p>overweight 25.6 to 17.9</p> <p>obese 28.2 to 30.8</p> <p>Body fat (%) 28.24 ± 10.97 to 27.5 ± 11.5 p<.514</p> <p>Waist circumference (cm) 90.3 ± 13.7 to 89.5 ± 12.3</p>	<p>Neck 12 m (% yes) 33 ± 56.4 to 20 ± 51.3 Limit (% yes) 11 ± 28.2 to 2 ± 5.1, p<.004** 7 days (% yes) 11 ± 28.2 to 9 ± 23.1 Pain intensity 3 ± 6 to ± 5</p> <p>Shoulders 12 m (% yes) 26 ± 66.7 to 28 ± 71.8 Limit (% yes) 7 ± 17.9 to 8 ± 20.5 7 days (% yes) 11 ± 28.2 to 12 ± 30.8 Pain intensity 4 ± 7 to 4 ± 5</p> <p>Elbows 12 m (% yes) 10 ± 25.6 to 4 ± 10.3 Limit (% yes) 3 0 ± 7.7 to 3 ± 7.7 7 days (% yes) 5 ± 12.8 to 1 ± 2.6 Pain intensity 0 ± 1 to 0 ± 0, p<.003**</p> <p>Wrists/hands 12 m (% yes) 26 ± 66.7 to 24 ± 64.1 Limit (% yes)</p>		<p>Blood pressure (mmHg) -systolic 124.1 ± 12.5 to 122.7 ± 17.7 p<.477</p> <p>Blood pressure (mmHg) -diastolic 75.2 ± 10.3 to 74.7 ± 11.7</p> <p>MPVA (min/week) 180 ± 390 to 150 ± 345</p>

	p<.512	<p>15 ± 38.5 to 9 ± 23.1 7 days (% yes) 12 ± 30.8 to 10 ± 25.5 Pain intensity 4 ± 7 to 3 ± 6</p> <p>Dorsal region 12 m (% yes) 8 ± 20.5 to 4 ± 10.3 Limit (% yes) 3 ± 7.7 to 1 ± 2.6 7 days (% yes) 2 ± 5.1 to 3 ± 7.7 Pain intensity 0 ± 2 to 0 ± 0, <i>p</i> < .015**</p> <p>Lumbar region 12 m (% yes) 24 ± 52.2 to 23 ± 59.0 Limit (% yes) 11 ± 28.2 to 0 ± 23.7 7 days (% yes) 12 ± 30.8 to 13 ± 33.3 Pain intensity 6 ± 7 to 4 ± 6</p> <p>Hips/thighs 12 m (% yes) 7 ± 17.9 to 8 ± 20.5 Limit (% yes) 3 ± 7.7 to 1 ± 2.6 7 days (% yes) 1 ± 2.6 to 1 ± 2.6 Pain intensity 0 ± 1 to 0 ± 0</p> <p>Knees 12 m (% yes) 11 ± 28.2 to 17 ± 43.6 Limit (% yes) 3 ± 7.7 to 2 ± 5.1 7 days (% yes) 6 ± 15.4 to 8 ± 20.5 Pain intensity 0 ± 3 to 0 ± 3</p> <p>Ankles/feet 12 m (% yes) 18 ± 46.2 to 16 ± 41.0 Limit (% yes) 5 ± 12.8 to 4 ± 10.3 7 days (% yes) 6 ± 15.4 to 10 ± 25.6 Pain intensity 1 ± 5 to 0 ± 6</p>		
Sundstrup et al (2014)	RT	<p>Average pain intensity (0–10) -1.8 (-2.3 to -1.2)</p> <p>DASH-W score (0–100) -6.5 (-13.2 to 0.1)</p> <p>Shoulder rotation strength (N) 28 (19 to 36)</p> <p>Wrist extensor strength (N) 30 (18 to 42)</p>		
	ET	<p>Average pain intensity (0–10) -0.3 (-0.8 to 0.3)</p> <p>DASH-W score (0–100) 2.8 (-3.7 to 9.4)</p> <p>Shoulder rotation strength (N) -10 (-18 to -2)</p> <p>Wrist extensor strength (N) -11 (-23 to 2)</p>		

	Between group difference	<p>Average pain intensity (0–10): -1.5 (-2.0 to -0.9) (< 0.0001)*</p> <p>DASH-W score (0–100) -8.8 (-15.6 to -2.0) (< 0.05)*</p> <p>Shoulder rotation strength (N) 37 (28 to 45) (< 0.0001)*</p> <p>Wrist extensor strength (N) 42 (29 to 54) (< 0.0001)*</p>		
Pedersen et al (2013)	TG1	<p><u>Changes of pain within groups (Intention-to-treat) the last 7 days:</u></p> <p>Neck T2-1 (Diff. of least squares means): 0.31±0.12 <i>p</i><.008**; T3-1: 0.70±0.13, <i>p</i><.001*** T3-2: 0.38±0.13, <i>p</i><.004**</p> <p>R-shoulder T2-1: 0.49±0.12, <i>p</i><.001*** T3-1: 0.92±0.13, <i>p</i><.001*** T3-2: 0.43±0.14, <i>p</i><.002**</p> <p>R-hand T2-1: 0.18±0.10, T3-1: 0.36±0.11, <i>p</i><.002**, T3-2: 0.18±0.12;</p> <p>lower back T2-1: -0.04±0.12, , T3-1: 0.42±0.14, <i>p</i><.002**, T3-2: 0.46±0.14, <i>p</i><.001***;</p> <p>DASH at T2-1: 5.19±0.95, <i>p</i><.001***, T3-1: 7.70±1.06, <i>p</i><.001***, T3-2: 2.51±1.08, <i>p</i><.021*</p> <p><u>Changes within groups (cases only) of pain in the last 7 days:</u></p> <p>Neck T2-1 (Diff. of least squares means): 1.70±0.24, <i>p</i><.001*; T3-1: 2.57±0.27, <i>p</i><.001***, T3-2: 0.87±0.27, <i>p</i><.002**;</p> <p>R-shoulder T2-1: 2.13±0.29, <i>p</i><.001*** T3-1: 3.38±0.32, <i>p</i><.001*** T3-2: 1.25±0.32, <i>p</i><.001***</p> <p>Upper back T2-1: 1.62±0.30, <i>p</i><.001***, T3-1: 2.44±0.35, <i>p</i><.001***, T3-2: 0.82±0.35, <i>p</i><.020**</p> <p>lower back T2-1: 0.78±0.27, <i>p</i><.005**, T3-1: 2.21±0.30, <i>p</i><.001***, T3-2: 1.43±0.30, <i>p</i><.001***</p>		
	TG2	<p><u>Changes of pain within groups (Intention-to-treat) the last 7 days:</u></p> <p>Neck T2-1 (Diff. of least squares means): 0.92±0.12, <i>p</i><.001*** T3-1: 0.85±0.13, <i>p</i><.001***, T3-2: -0.06±0.14,</p> <p>R-shoulder T2-1: 0.90±0.12, <i>p</i><.001*** T3-1: 0.79±0.13, <i>p</i><.001***, T3-2: -0.11±0.14, <i>p</i><.441*;</p> <p>R-hand T2-1: 0.53±0.10, <i>p</i><.001***, T3-1: 0.62±0.11, <i>p</i><.001***, T3-2: 0.08±0.12, <i>p</i><.480*;</p>		

		<p>lower back T2-1: 0.38±0.12, <i>p</i><.002**; T3-1: 0.48±0.13, <i>p</i><.001***; T3-2: 0.11±0.14, <i>p</i><.452*;</p> <p>DASH T2-1: 9.96±0.97, <i>p</i><.001*; T3-1: 9.70±1.03, <i>p</i><.001*; T3-2: -0.26±1.10</p> <p><u>Changes within groups (cases only) of pain in the last 7 days:</u></p> <p>Neck T2-1 (Diff. of least squares means): 2.76±0.24, <i>p</i><.001***; T3-1: 2.50±0.25, <i>p</i><.001***; T3-2: -0.26±0.27</p> <p>R-shoulder T2-1: 3.23±0.30, <i>p</i><.001***; T3-1: 2.38±0.32, <i>p</i><.001***; T3-2: -0.84±0.34, <i>p</i><.014**;</p> <p>Upper back T2-1: 2.91±0.30, <i>p</i><.001***; T3-1: 2.69±0.30, <i>p</i><.001***; T3-2: -0.22±0.33</p> <p>Lower back T2-1: 2.52±0.30, <i>p</i><.001***; T3-1: 3.22±0.32, <i>p</i><.001***; T3-2: 0.70±0.35, <i>p</i><.048*;</p>		
Zebis et al (2011)	CG	<p>Pain intensity in the neck and shoulder at baseline and follow-up for cases and non-cases, separately.</p> <p>Cases Neck: 4.6 ± 1.8 to 2.9 ± 2.3; n = 77 R shoulder: 4.7 ± 1.8 to 2.5 ± 2.6; n = 69 L shoulder: 5.0 ± 1.8 to 2.2 ± 2.6; n = 43</p> <p>Non-cases Neck: 0.5 ± 0.7 to 0.8 ± 1.5; n = 175 R shoulder: 0.4 ± 0.7 to 0.5 ± 1.2; n = 183 L shoulder: 0.4 ± 0.7 to 0.5 ± 1.1; n = 209</p>	<p>>30 days with Neck pain previous year (% of participants): 31% / >30 days with Right shoulder pain previous year (% of participants): 20% >30 days with Left shoulder pain previous year (% of participants): 13%</p> <p>Neck Pain intensity of 3 or more during previous week (% of participants): 31% Right shoulder Pain intensity of 3 or more during previous week (% of participants): 27% Left shoulder Pain intensity of 3 or more during previous week (% of participants): 17%</p> <p>Percentage of participants spending more than half of total work time: Sitting: 87% Standing: 37% Bend forward without arm- or hand-support: 9% Twisting or bending the back: 23% Hand at shoulder height or higher: 1% Performing physical strenuous work: 10% Bent neck: 24% Hand twisted or flexed: 28% The same finger movements several times a minute: 57% The same arm movements several times a minute: 34% Static work posture: 48% Kneeling: 2%</p> <p>Other work-related characteristics: Weekly working hours: 35± 8 Years working in the same type of job: 15±11</p>	
	TG	<p>Pain intensity in the neck and shoulder at baseline and follow-up for cases and non-cases, separately.</p> <p>Cases Neck: 4.7 ± 1.6 to 1.8 ± 1.9; n = 95 R shoulder: 4.8 ± 1.7 to 1.4 ± 1.7; n = 76 L shoulder: 4.5 ± 1.5 to 0.9 ± 1.3; n = 46</p>	<p>>30 days with Neck pain previous year (% of participants): >30 days with Right shoulder pain previous year (% of participants): >30 days with Left shoulder pain previous year (% of participants):</p>	

		<p>Non-cases Neck: 0.6±0.8 to 0.5±1.3; n = 182 R shoulder: 0.6±0.8 to 0.5±1.2; n = 200 L shoulder: 0.4±0.7 to 0.4±1.0; n = 231</p>	<p>Neck Pain intensity of 3 or more during previous week (% of participants): 34% Right shoulder Pain intensity of 3 or more during previous week (% of participants): 28% Left shoulder Pain intensity of 3 or more during previous week (% of participants): 17%</p> <p>Percentage of participants spending more than half of total work time: Sitting: 83% Standing: 41% Bend forward without arm- or hand-support: 11% Twisting or bending the back: 32% Hand at shoulder height or higher: 0% Performing physical strenuous work: 14% Bent neck: 29% Hand twisted or flexed: 33% The same finger movements several times a minute: 65% The same arm movements several times a minute: 38% Static work posture: 51% Kneeling: 0%</p> <p>Other work-related characteristics: Weekly working hours: 35±8 Years working in the same type of job: 16±12</p>	
	DECLINERS		<p>>30 days with Neck pain previous year (% of participants): 17% >30 days with Right shoulder pain previous year (% of participants): 6% >30 days with Left shoulder pain previous year (% of participants): 11%</p> <p>Neck Pain intensity of 3 or more during previous week (% of participants): 20% Right shoulder Pain intensity of 3 or more during previous week (% of participants): 8% Left shoulder Pain intensity of 3 or more during previous week (% of participants): 14%</p> <p>Percentage of participants spending more than half of total work time: Sitting: 92% Standing: 42% Bend forward without arm- or hand-support: 14% Twisting or bending the back: 21% Hand at shoulder height or higher: 3% Performing physical strenuous work: 10% Bent neck: 19% Hand twisted or flexed: 30% The same finger movements several times a minute: 62% The same arm movements several times a minute: 33% Static work posture: 58% Kneeling: 3%</p> <p>Other work-related characteristics: Weekly working hours: 35±9 Years working in the same type of job: 12±12</p>	
Cheng et al (2007)	CHW	SPADI 54.25 ± 12.07 to 40.50 ± 16.30, p*	<p>Shoulder flexion (degree) 163.38 ± 10.98</p> <p>Shoulder extension (degree) 38.85 ± 8.14</p> <p>Shoulder abduction (degree)</p>	

			<p>163.23 ± 11.69</p> <p>Shoulder external Rotation (degree) 56.56 ± 6.03</p> <p>Shoulder internal rotation (degree) 66.77 ± 11.83</p> <p>Leg lift (lbs) 43.66 ± 15.89</p> <p>Arm lift (lbs) 34.16 ± 13.35</p> <p>High near lift (lbs) 23.56 ± 9.35</p> <p>Bilateral pushing (lbs) 21.18 ± 10.22</p> <p>Bilateral pulling (lbs) 19.96 ± 9.03</p> <p>Bilateral carrying (lbs) 14.06 ± 4.69</p> <p>Unilateral lifting (affected hand) (lbs) 13.88 ± 5.32</p> <p>Overhead tolerancea (IS%) 54.04 ± 17.40</p> <p>Pre-post differences in functional outcome</p> <p>Shoulder flexion (degree) 163.38 ± 10.98 to 169.79 ± 9.34, p* (between groups)</p> <p>Shoulder extension (degree) 38.85 ± 8.14 to 43.65 ± 7.84</p> <p>Shoulder abduction (degree) 163.23 ± 11.69 to 166.72 ± 23.91</p> <p>Shoulder external rotation (degree) 56.56 ± 6.03 to 59.58 ± 6.51</p> <p>Shoulder internal rotation (degree) 66.77 ± 11.83 to 70.52 ± 11.82</p> <p>Leg lift (lbs) 43.66 ± 15.89 to 51.60 ± 19.62</p> <p>Arm lift (lbs) 34.16 ± 13.35 to 38.52 ± 14.47, p* (between groups)</p> <p>High near lift (lbs) 23.56 ± 9.35 to 28.62 ± 10.54, p** (between groups)</p> <p>Bilateral pushing (lbs) 21.18 ± 10.22 to 24.41 ± 10.92</p> <p>Bilateral pulling (lbs) 19.96 ± 9.03 to 23.73 ± 9.73</p> <p>Bilateral carrying (lbs) 14.06 ± 4.69 to 26.46 ± 8.69, p* (between groups)</p> <p>Unilateral lifting (affected hand) (lbs) 13.88 ± 5.32 to 17.86 ± 6.55</p> <p>Overhead tolerancea (IS%) 54.04 ± 17.40 to 76.61 ± 23.12, p* (between groups)</p>	
	WWH	Pre-post-differences in SPADI 52.09 ± 10.89 to 31.54 ± 13.37	Shoulder flexion (degree) 166.63 ± 8.30, p* (between groups)	

			<p>Shoulder extension (degree) 40.98 ± 6.47</p> <p>Shoulder abduction (degree) 165.65 ± 9.92</p> <p>Shoulder external Rotation (degree) 57.93 ± 6.02</p> <p>Shoulder internal rotation (degree) 66.41 ± 10.98</p> <p>Leg lift (lbs) 44.58 ± 12.50</p> <p>Arm lift (lbs) 37.35 ± 12.47, p* (between groups)</p> <p>High near lift (lbs) 25.09 ± 8.14, p** (between groups)</p> <p>Bilateral pushing (lbs) 22.92 ± 10.11</p> <p>Bilateral pulling (lbs) 22.29 ± 9.95</p> <p>Bilateral carrying (lbs) 15.65 ± 4.90, p* (between groups)</p> <p>Unilateral lifting (affected hand) (lbs) 14.17 ± 5.06</p> <p>Overhead tolerance (IS%) 59.66 ± 14.83, p* (between groups)</p> <p>Pre-post differences in functional outcome</p> <p>Shoulder flexion (degree) 166.63 ± 8.30 to 175.11 ± 5.92</p> <p>Shoulder extension (degree) 40.98 ± 6.47 to 45.76 ± 5.67</p> <p>Shoulder abduction (degree) 165.65 ± 9.92 to 173.48 ± 7.29</p> <p>Shoulder external rotation (degree) 57.93 ± 6.02 to 61.09 ± 6.23</p> <p>Shoulder internal rotation (degree) 66.41 ± 10.98 to 72.93 ± 9.16</p> <p>Leg lift (lbs) 44.58 ± 12.50 to 56.66 ± 14.40</p> <p>Arm lift (lbs) 37.35 ± 12.47 to 46.27 ± 14.09</p> <p>High near lift (lbs) 25.09 ± 8.14 to 39.33 ± 12.63</p> <p>Bilateral pushing (lbs) 22.92 ± 10.11 to 27.50 ± 10.58</p> <p>Bilateral pulling (lbs) 22.29 ± 9.95 to 26.92 ± 10.09</p> <p>Bilateral carrying (lbs) 15.65 ± 4.90 to 31.85 ± 10.35</p> <p>Unilateral lifting (affected hand) (lbs) 14.17 ± 5.06 to 19.77 ± 6.63</p> <p>Overhead tolerance (IS%) 59.66 ± 14.83 to 23.80</p>	
--	--	--	--	--

Results are shown as mean ± standard deviation, or median (interquartile range), or change Δ
Abbreviations: p < 0.05 * within group comparison, ** between groups comparison

Cimarras-Otal et al (2020): IG: intervention group, CG: control group, ODI: Oswestry Disability Index, BPI: Brief Pain Inventory, F/R test: Flexion-Relaxation test, FER: Flexion-Extension Ratio

Weyh et al (2020): ETG: endurance training group, STG: strength training group, CG: control group, SiBP: sitting bended position, StOP: standing overhead position, BMI: Body Mass Index, BW: body weight, MCS: mental component summary, Nm: newton meter, PCS: physical component summary, DBPmax: maximum diastolic blood pressure, EWT: experimental welding task, HRmax: maximum heart rate, RPEmax: maximum rating of perceived exertion, SBPmax: maximum systolic blood pressure, VASmax: maximum visual analogue scale

Muñoz-Poblete et al (2019): IG: intervention group, CG: control group, VAS: visual analogue scale, DASH: Disabilities of Arm, Shoulder and Hand Score

Rasotto et al. (2015): TG: training group, CG: control group, VAS: visual analogue scale, SHel: Shoulder elevation, Shab: Shoulder abduction, FLhead: Head Flexion, EX head: Head Extension, LI head: Head Lateral Inclination, RO head: Head Rotation

Moreira-Silva et al (2014): TOI: intervention group, TOR: reference group, BMI: body mass index, MVPA: moderate and vigorous physical activity

Sundstrup et al (2014, upperlimb): RT: resistance training, ET: ergonomic training, DASH: Disabilities of Arm, Shoulder and Hand Score, VAS: visual analogue scale

Pedersen et al (2013): TG1: training group 1, TG2: training group 2, DASH: Disabilities of Arm, Shoulder and Hand Score

Zebis et al (2011): TG: training group, CG: control group

Cheng et al (2007): CHW: clinic-based work hardening training, WWH: workplace-based work hardening training, SPADI: Shoulder Pain and Disability Index, %IS: percent of Industrial Standard

3. RISULTATI

3.1 DOLORE (DASH, INTENSITY, VAS)

3.1.1 DISABILITIES OF ARM, SHOULDER AND HAND SCORE (DASH)

Gli studi Muñoz-Poblete (2019), Sundstrup (2014) e Pedersen (2013) hanno utilizzato il questionario DASH a T₀ e T₁ che ha portato ai risultati seguenti: Muñoz-Poblete (2019)

si è servito dello score 0-105 in cui si percepisce un miglioramento nell'*Intervention Group* (27.2 ± 8.9 to 25.8 ± 8.7) rispetto al *Control Group*, che ha riportato un peggioramento (27.2 ± 8.9 to 28.7 ± 9.1).

Nello studio di Sundstrup (2014), in cui è stato utilizzato lo score 0-100, il gruppo assegnato al *Resistance Training* [-6.5 (-13.2 to 0.1)] è migliorato clinicamente a livello di dolorabilità, disabilità e nella forza muscolare. La riduzione del dolore è stata accompagnata da miglioramenti funzionali nelle zone anatomiche di: braccio, spalla e mano durante le attività lavorative quotidiane a differenza del gruppo assegnato all'*Ergonomic Training* [2.8 (-3.7 to 9.4)] che seguiva le cosiddette "*usual care*". Nel caso studio presentato da Pedersen (2013) sono stati rilevati effetti significativi nei risultati al questionario DASH tra i gruppi, in particolar modo in riferimento al dolore di: collo, spalla destra, mano destra e parte bassa della schiena, con conseguenti riduzioni significative del dolore nel secondo gruppo di intervento (TG2) rispetto al primo (TG1). Per il *Training Group 1* (TG1) è stata mantenuta una riduzione costante del dolore nel primo periodo di intervento (18.4 ± 21.5), cosa che invece non si è verificata nel secondo periodo, in cui non ci sono stati cambiamenti significativi. L'indice di dolorabilità e disabilità è diminuito nel *Training Group 2* (TG2) in primavera probabilmente a causa della variazione stagionale (15.1 ± 21).

3.1.2 INTENSITY

Gli studi Cimarras-Otal (2020), Moreira-Silva (2014), Sundstrup (2014), Pedersen (2013) e Zebis (2011) hanno valutato l'intensità del dolore a T_0 e T_1 di diversi segmenti corporei (collo, spalle, gomiti, polsi e mani, regione dorsale, regione lombare, anche e cosce, ginocchia). I risultati riportati sono i seguenti: lo studio di Cimarras-Otal (2020), si è servito della scala BPI (*Brief Pain Inventory*) per la valutazione del dolore ed è stato appurato che ci siano state delle differenze significative tra *Intervention Group* (3.9 ± 2.05 to 2.85 ± 2.3) e il *Control Group* (4.75 ± 1.16 to 3.44 ± 1.19), nel primo gruppo infatti si denota un miglioramento, nel secondo un peggioramento dei valori al *follow-up* rispetto a quelli misurati alla *baseline*. Nello studio di Moreira-Silva (2014), non sono state osservate differenze tra i gruppi nel dolore muscoloscheletrico e nei sintomi correlati a T_0 . I partecipanti dell'*Intervention Group* (TOI) percepivano meno limitazioni al collo, causate dal lavoro, nelle attività quotidiane; è stato appurato che l'intensità del dolore

percepita diminuiva dopo l'intervento di dodici settimane (33 ± 56.4 to 20 ± 51.3). I partecipanti al *Reference Group* (TOR) (19 ± 61.3 to 20 ± 64.5) hanno invece subito un peggioramento delle limitazioni al collo, al *follow-up*. Dopo l'intervento, il TOI ha mostrato inoltre risultati significativi sulla diminuzione dell'intensità del dolore in alcune regioni anatomiche valutate: gomito (10 ± 25.6 to 4 ± 10.3) in confronto al TOR in cui è visibile un peggioramento (9 ± 29.0 to 10 ± 32.3) e regione dorsale, in cui è visibile un miglioramento nei risultati relativi sia al TOI (8 ± 20.5 to 4 ± 10.3) che al TOR: (6 ± 19.4 to 4 ± 12.9). Dallo stesso studio sono presenti risultati statisticamente non significativi dei parametri relativi ai seguenti distretti corporei: spalle (TOI: 26 ± 66.7 to 28 ± 71.8 , in cui c'è stato un leggero peggioramento; nel TOR invece non ci sono state variazioni: 18 ± 58.1 to 18 ± 58), polsi e mani (miglioramento presente nel gruppo di intervento, TOI: 26 ± 66.7 to 24 ± 64.1 e peggioramento dei valori del TOR: 21 ± 67.1 to 24 ± 77.4), regione lombare (lieve miglioramento per il TOI: 24 ± 52.2 to 23 ± 59.0 e peggioramento del TOR: 22 ± 71.0 to 23 ± 74.2), anche e cosce (peggiore in entrambi i gruppi di studio, TOI: 7 ± 17.9 to 8 ± 20.5 e TOR: 6 ± 19.4 to 9 ± 29.0) e ginocchia (peggiore per entrambi i gruppi di studio, TOI: 11 ± 28.2 to 17 ± 43.6 e TOR: 9 ± 29.0 to 11 ± 35.5). Sebbene questi dati non siano statisticamente significativi, è osservabile una tendenza verso una diminuzione dell'intensità del dolore al collo ($p = .059$), al polso/mano ($p = .083$), e nella regione lombare ($p = .083$). Se confrontiamo il TOR e il TOI dopo i sei mesi del programma di PA (*Physical Activity*), è stato dimostrato che nelle regioni anatomiche del gomito e della coscia/anca, l'intensità del dolore è diminuita in modo significativo. Lo studio di Sundstrup (2014), ha valutato la media dell'intensità del dolore in una scala da 0-10, di cui, il 73% dei partecipanti al *Resistance Training* ha ottenuto un miglioramento parziale o significativo del dolore [-1.8 (-2.3 to -1.2)] rispetto al 32% del gruppo assegnato all'*Ergonomic Training* [-0.3 (-0.8 to 0.3)]. Nello studio di Pedersen (2013), l'intensità del dolore è stata valutata durante gli ultimi sette giorni di intervento mediante il questionario DASH in riferimento al dolore o disagio alle regioni anatomiche di: collo, spalle, gomiti, mani, parte superiore e inferiore della schiena. L'intensità del dolore è stata valutata soggettivamente su una scala che va da 0 a 9, dove 0 indica "nessun dolore" e 9 indica "il peggior dolore immaginabile". C'è stato un cambiamento dell'intensità del dolore percepito, in relazione alle zone esaminate. Nei primi quattro mesi di intervento è stata registrata infatti una considerevole diminuzione del dolore nel

Training Group 1 (TG1) rispetto al *Training Group 2* (TG2) ma nei mesi successivi, fino alla fine dell'anno, non sono stati registrati cambiamenti significativi per nessuno dei due gruppi, infatti, i valori registrati in quest'ultimo periodo di tempo sono risultati pressoché identici. I distretti corporei esaminati sono stati: collo, spalla destra, mano destra, zona lombare. I risultati relativi al collo mostrano che tra T₂₋₁ il TG1 (0.31±0.12) siano stati ottenuti lievi guadagni, in termini di intensità del dolore, come il TG2 (0.92±0.12); tra T₃₋₁, allo stesso modo, il TG1 ha ottenuto leggeri benefici ma non statisticamente significativi (0.70±0.13), come anche il TG2 (0.85±0.13); tra T₃₋₂ non c'è stato un significativo miglioramento per nessuno dei due gruppi di intervento (TG1: 0.38±0.13 e TG2: -0.06±0.14). I risultati relativi alla spalla destra mostrano che tra T₂₋₁ il TG1 (0.49±0.12) siano stati ottenuti lievi guadagni, in termini di intensità del dolore, come il TG2 (0.90±0.12); tra T₃₋₁, allo stesso modo, il TG1 ha ottenuto leggeri benefici ma non statisticamente significativi (0.92±0.13), come anche il TG2 (0.79±0.13); tra T₃₋₂ non c'è stato un significativo miglioramento per nessuno dei due gruppi di intervento (TG1: 0.43±0.14 e TG2: -0.11±0.14). I risultati relativi alla mano destra mostrano che tra T₂₋₁ il TG1 (0.49±0.12) siano stati piccoli miglioramenti, come per il TG2 (0.53±0.10); tra T₃₋₁, allo stesso modo, il TG1 ha ottenuto leggeri benefici, ma non statisticamente significativi (0.92±0.13), come anche il TG2 (0.62±0.11); tra T₃₋₂ non c'è stato un significativo miglioramento dei risultati per nessuno dei due gruppi di intervento (TG1: 0.43±0.14 e TG2: 0.08±0.12). I risultati relativi alla zona lombare mostrano che tra T₂₋₁ il TG1 (-0.04±0.12) non siano stati ottenuti guadagni in termini di intensità del dolore, a differenza del TG2 (0.38±0.12); tra T₃₋₁, il TG1 ha ottenuto leggeri benefici ma non statisticamente significativi (0.42±0.14), come anche il TG2 (0.48±0.13); tra T₃₋₂ c'è stato un miglioramento leggermente superiore per il TG1 (0.46±0.14) ma non per il TG2 (0.11±0.14). Lo studio ha rilevato un effetto positivo sul dolore delle zone sopracitate, nonché sul questionario DASH come risultato del periodo di intervento di allenamento supervisionato. Avendo partecipato a tale allenamento della durata di venti settimane per l'implementazione della forza, inizialmente dallo studio è risultato un effetto benefico a lungo termine, ovvero la diminuzione del dolore muscoloscheletrico e della disabilità è stata mantenuta a un anno di *follow-up*. Nello studio di Zebis (2011) l'intensità del dolore al collo è diminuita in maniera significativa nel *Training Group* (TG) sia per il sottogruppo *cases* sia per quello *non-cases* (*cases* 4.7±1.6 to 1.8±1.9; *non-cases* 0.6±0.8

to 0.5 ± 1.3). Dal *Control Group* (CG) invece non sono stati verificati miglioramenti significativi (*cases* 4.6 ± 1.8 to 2.9 ± 2.3 ; *non-cases* 0.5 ± 0.7 to 0.8 ± 1.5). In questo stesso studio è stata valutata l'intensità del dolore a livello delle spalle, destra e sinistra; i risultati mostrano una diminuzione significativa dell'intensità del dolore nel *Training Group* [*cases* (right) 4.8 ± 1.7 to 1.4 ± 1.7 ; *non-cases* 0.6 ± 0.8 to 0.5 ± 1.2 ; (left) 4.5 ± 1.5 to 0.9 ± 1.3 ; *non-cases* 0.4 ± 0.7 to 0.4 ± 1.0] rispetto al *Control Group* [*cases* (right) 4.7 ± 1.8 to 2.5 ± 2.6 ; *non-cases* 0.4 ± 0.7 to 0.5 ± 1.2 ; (left) 5.0 ± 1.8 to 2.2 ± 2.6 ; *non-cases* 0.4 ± 0.7 to 0.5 ± 1.1] da cui risulta un peggioramento.

3.1.3 VISUAL ANALOGUE SCALE (VAS)

Gli studi di Weyh (2020), Muñoz-Poblete (2019) e Rasotto (2015) hanno utilizzato la scala VAS a T_0 e T_1 che ha portato ai risultati seguenti: nello studio di Weyh (2020), dopo aver terminato ciascuna posizione EWT (*Experimental Welding Task*), ai partecipanti è stato valutato il massimo dolore percepito nella zona lombare e il massimo sforzo complessivo, mediante la scala VAS di 100 mm nelle posizioni StOP (*Standing Overhead Position*) e SiBP (*Sitting Bended Position*). I risultati ottenuti sono stati notevoli per entrambi i gruppi di lavoro: *Endurance Training Group* (StOP: 48 ± 23 to 40 ± 25 ; SiBP: 37 ± 21 to 26 ± 17) e lo *Strength Training Group* (StOP: 50 ± 29 to 34 ± 27 ; SiBP: 41 ± 24 to 30 ± 25) specialmente nella posizione SiBP rispetto a quella StOP. Per il *Control Group* (CG) invece c'è stato un peggioramento in entrambe le posizioni (StOP: 48 ± 30 to 52 ± 28 ; SiBP: 39 ± 29 to 47 ± 26). Nello studio di Muñoz-Poblete (2019), in cui è stata utilizzata la scala VAS 0-100, i risultati delle misurazioni al *follow-up* rispetto a quelle ottenute alla *baseline*, mostrano che: nell'*Intervention Group* (IG), che ha svolto l'esercizio di allenamento contro resistenza, è stato analizzato un livello di dolore inferiore rispetto al *Control Group* (CG); la differenza tra i gruppi è statisticamente significativa nelle seguenti regioni anatomiche: collo, spalla destra, gomito e avambraccio destro e sinistro, braccio, polso-mano destra e sinistra. Per la regione anatomica del collo, si intravede un miglioramento del parametro preso in esame, sia in riferimento all'IG (5.8 ± 15.1 to 1.1 ± 5.4) sia al CG (9.9 ± 18.9 to 6.6 ± 17.6), nei valori misurati al *follow-up* rispetto a quelli misurati alla *baseline*. Per la regione anatomica della spalla destra, si intravede un miglioramento del parametro analizzato, in riferimento all'IG (10.9 ± 21.1 to 8.5 ± 20.3) e un miglioramento non statisticamente significativo

relativo al CG (12.4 ± 23.9 to 11.1 ± 21.9). Per la regione anatomica della spalla sinistra, si nota un miglioramento del parametro preso in esame, in riferimento all'IG (8.8 ± 21.2 to 6.5 ± 15.9) e un miglioramento non statisticamente significativo relativo al CG (7.4 ± 16.7 to 6.6 ± 17.6). Per la regione anatomica del gomito e dell'avambraccio destro, si intravede un miglioramento del parametro preso in esame, in riferimento all'IG (6.7 ± 12.9 to 4.3 ± 14.2) e un peggioramento nel CG (10.4 ± 19.9 to 12.8 ± 24.6), nei valori misurati al *follow-up* rispetto a quelli misurati alla *baseline*. Per la regione anatomica del gomito e dell'avambraccio sinistro, si intravede un peggioramento del parametro preso in esame, in riferimento sia all'IG (4.8 ± 13.2 to 5.3 ± 16.4) sia al CG (5.6 ± 16.7 to 8.7 ± 21.5). Per la regione anatomica del braccio, si intravede un significativo miglioramento del parametro preso in esame, in riferimento all'IG (8.0 ± 7.1 to 5.4 ± 8.8) e un peggioramento nel CG (9.7 ± 10.4 to 10.4 ± 11.3). Per la regione anatomica di polso e mano destra, si intravede un miglioramento del parametro analizzato, sia in riferimento all'IG (10.6 ± 19.7 to 4.5 ± 16.4) sia al CG (13.9 ± 26.0 to 12.2 ± 25.5). Per la regione anatomica di polso e mano sinistra, si intravede un netto miglioramento del parametro analizzato, in riferimento all'IG (6.2 ± 16.4 to 1.1 ± 5.4) e un peggioramento nel CG (8.7 ± 21.8 to 10.9 ± 20.8), nei valori misurati al *follow-up* rispetto a quelli misurati alla *baseline*. Nello studio di Rasotto (2015), in cui è stata utilizzata la scala VAS 0-100, i risultati delle misurazioni al *follow-up* rispetto a quelle ottenute alla *baseline*, mostrano che: nell'*Intervention Group* (IG), che ha svolto l'esercizio di allenamento contro resistenza, è stato analizzato un livello di dolore inferiore rispetto al *Control Group* (CG); le regioni anatomiche analizzate sono state: collo, spalla, gomito e polso. Per la regione anatomica del collo, si intravede un miglioramento, non significativo, del parametro analizzato, in riferimento all'IG (4.09 ± 2.88 to 3.73 ± 2.65) e un lieve miglioramento anche nel CG (4.81 ± 2.79 to 4.38 ± 3.00). Per la regione anatomica della spalla, è visibile un miglioramento del parametro preso in esame, in riferimento all'IG (2.39 ± 2.58 to 1.76 ± 2.56) e un leggero peggioramento relativo al CG (2.03 ± 2.20 to 2.85 ± 2.41). Per la regione anatomica del gomito, si intravede un miglioramento del parametro preso in esame, in riferimento all'IG (1.07 ± 1.93 to 0.65 ± 1.19) e un lieve miglioramento anche nel CG (0.86 ± 1.51 to 0.51 ± 1.01), nei valori misurati al *follow-up* rispetto a quelli misurati alla *baseline*. Per la regione anatomica del polso, si nota un sostanziale

miglioramento della scala VAS, in riferimento all'IG (3.25 ± 2.51 to 1.70 ± 1.85) e anche un leggero miglioramento relativo al CG (4.36 ± 2.94 to 3.50 ± 2.55).

3.2 PARAMETRI CARDIOVASCOLARI (DBPmax, SBPmax)

3.2.1 MAXIMAL DIASTOLIC BLOOD PRESSURE (DBPmax)

Gli studi di Weyh (2020) e Moreira-Silva (2014) hanno valutato il parametro DBPmax (mmHg) a T_0 e T_1 che ha portato ai risultati seguenti: lo studio di Weyh (2020), per calcolare la DBPmax si è servito di un monitor elettronico durante l'EWT (*Experimental Welding Task*) e i risultati ottenuti mostrano un netto miglioramento nell'*Endurance Training Group* (ETG) sia nella posizione StOP (*Standing Overhead Position*: 109 ± 13 to 105 ± 10) che in quella SiBP (*Sitting Bended Position*: 103 ± 11 to 97 ± 10), mentre non è stato registrato nessun miglioramento significativo nello *Strength Training Group* (StOP: 103 ± 12 to 103 ± 10 ; SiBP: 100 ± 12 to 102 ± 18) e nel *Control Group* (StOP: 107 ± 13 to 105 ± 10 ; SiBP: 107 ± 14 to 103 ± 12) in entrambe le posizioni. Nello studio di Moreira-Silva (2014), la pressione sanguigna è stata misurata in posizione seduta dopo dieci minuti di riposo con un dispositivo elettronico di monitoraggio, posizionato sul braccio sinistro. Sono state effettuate tre misurazioni a distanza di un minuto ed è stata calcolata la media. Non sono state osservate differenze significative tra il *Reference Group* (75.50 ± 8.8 to 75.9 ± 10.7) e l'*Intervention Group* (75.2 ± 10.3 to 74.7 ± 11.7) dal momento che il programma di PA (*Physical Activity*) era basato su esercizi di stretching non appropriati per un miglioramento rilevante di salute in termini di pressione diastolica.

3.2.2 MAXIMAL SYSTOLIC BLOOD PRESSURE (SBPmax)

Gli studi di Weyh (2020) e Moreira-Silva (2014) hanno utilizzato il parametro SBPmax (mmHg) a T_0 e T_1 che ha portato ai risultati seguenti: lo studio di Weyh (2020), per calcolare la SBPmax si è servito dello stesso monitor descritto per la DPBmax durante l'EWT. I risultati ottenuti mostrano un miglioramento nell'*Endurance Training Group* (StOP: 154 ± 16 to 158 ± 18 ; SiBP: 151 ± 19 to 143 ± 13) in posizione SiBP e nessun miglioramento significativo invece nello *Strength Training Group* (StOP: 152 ± 24 to 150 ± 17 ; SiBP: 150 ± 23 to 150 ± 23) e nel *Control group* (StOP: 156 ± 27 to 157 ± 24 ; SiBP: 155 ± 24 to 152 ± 23). Nell studio di Moreira-Silva (2014), non sono state trovate differenze significative in termini di pressione sistolica né nel *Reference Group*

(123.7±14.3 to 127.0±17.1) né nell'*Intervention Group* (124.1±12.5 to 122.7±17.7) anche se in quest'ultimo si denota un leggero miglioramento.

3.3 MISURE ANTROPOMETRICHE (BMI, fat mass, weight)

3.3.1 BODY MASS INDEX (BMI)

Gli studi di Weyh (2020) e Moreira-Silva (2014) si sono serviti della formula del BMI (kg/m^2) a T₀ e T₁ che ha portato ai risultati seguenti: nello studio di Weyh (2020), è visibile un miglioramento nell'*Endurance Training Group* (ETG) a T₁ rispetto ai valori alla *baseline* (29.3±6.5 to 28.6±6.2). Nello *Strength Training Group* (STG) ne è stato registrato un aumento (27.9±3.5 to 28.0±3.5) mentre nel *Control Group* i risultati sono rimasti invariati (28.2±4.5 to 28.2±4.5). Nemmeno dallo studio Moreira-Silva (2014) si osserva un significativo miglioramento in termini di BMI nei dati registrati al *follow-up* rispetto a quelli della *baseline*, sia nell'*Intervention Group* (26.0±6.8 to 25.0±7.4) sia nel *Reference Group* (26.4±3.5 to 27.0±3.8).

3.3.2 FAT MASS

Gli studi di Weyh (2020) e Moreira-Silva (2014) hanno valutato la massa grassa (%) a T₀ e T₁ che ha portato ai risultati seguenti: nello studio di Weyh (2020) il grasso corporeo è stato analizzato con l'impedenza bioelettrica (BIA, *Body Impedance Assessment*). A T₁ ha rivelato un miglioramento significativo sia nell'*Endurance Training Group* (25±7 to 23±6) sia nello *Strength Training Group* (23±6 to 21±5). Sono visibili peggioramenti invece nel *Control Group* (23±6 to 24±6). Anche nello studio di Moreira-Silva (2014), la percentuale di grasso corporeo (% *Body Fat*) è stata misurata con la scala di impedenza bioelettrica (BIA). Non sono state osservate differenze significative in termini di grasso corporeo né nel *Reference Group* (30.17±9.61 to 29.3±9.8) né nell'*Intervention Group* (28.24±10.97 to 27.5±11.5).

3.3.3 WEIGHT

Gli studi di Weyh (2020) e Moreira-Silva (2014) hanno misurato il peso corporeo (Kg) a T₀ e T₁ che ha portato ai risultati seguenti: dallo studio di Weyh (2020) si nota una diminuzione del peso corporeo nell'*Endurance Training Group* (92.0±20.7 to 90.8±20.0), un aumento del peso invece nello *Strength Training Group* (87.7±12.0 to

88.2±11.7) e nel *Control Group* (87.8±17.1 to 88.2±18.8). Dallo studio di Moreira-Silva (2014) risulta un aumento del peso corporeo sia nel *Reference Group* (68.7±17.6 to 70.5±20.4) sia nell'*Intervention Group* (57.2±15.2 to 67.3±18.4).

3.4 TEST DI MOBILITÀ E FORZA (extension, flexion, rotation)

3.4.1 EXTENSION

Gli studi di Weyh (2020), Sundstrup (2014), Rasotto (2015) e Cheng (2007) hanno valutato l'estensione a T₀ e T₁ per mezzo della percentuale di MVC (% *Maximum Voluntary Contraction*) relativamente per i distretti anatomici di: spalla, schiena, ginocchio, braccio e polso. I risultati riportati sono i seguenti: nello studio di Weyh (2020) sono stati eseguiti test di forza massima per misurare la capacità muscolare. Per la valutazione [Newton metro (Nm)] dell'estensione di braccio, ginocchio e schiena, sono state completate due prove per ciascun distretto e per ciascuna posizione (SiBP e StOP), con contrazioni della durata di cinque secondi, separate da intervalli di riposo di trenta secondi. I partecipanti sono stati incoraggiati verbalmente a sollecitare il massimo sforzo (la forza è stata visualizzata su un display visivo in tempo reale per fornire un *feedback* immediato). Ci sono stati miglioramenti nell'*Endurance Training Group* a livello di tutti i distretti corporei sopracitati [ETG: (*arm*), 70.5±17.5 to 74.7±21.6; (*knee*) 371.1±111.6 to 399.5±108.2; (*back*) 259.2±109.4 to 287.1±91.8]. C'è stato un miglioramento ancor più significativo nello *Strength Training Group*, specialmente nei risultati di ginocchio e schiena [STG: (*arm*) 75.1±20.9 to 77.3±19.1; (*knee*) 390.1±92.8 to 416.2±120.7; (*back*) 299.7±93.0 to 373.2±111.9]. Dal *Control Group*, al contrario, si nota un miglioramento a livello del braccio e un peggioramento a livello di ginocchio e schiena [CG: (*arm*) 129.1±23.4 to 131.5±18.1; (*knee*) 409.6±120.8 to 394.4±122.6; (*back*) 337.0±126.9 to 303.0±132.6]. Nello studio di Sundstrup (2014), sono state eseguite due prove per ogni MVC (*Maximum Voluntary Contraction*), separate da un periodo di riposo di trenta secondi. Inoltre, i partecipanti sono stati istruiti ad applicare forza al manubrio (dinamometro) il più velocemente e con maggior forza possibile. È visibile un miglioramento nel gruppo del *Resistance Training* a livello del polso [30 (18 to 42)], mentre nel gruppo dell'*Ergonomic Training* c'è stato un peggioramento [-11 (-23 to 2)]. Lo studio di Rasotto (2015) ha proposto un intervento con un programma di esercizi su misura, condotto da uno specialista dell'esercizio ed eseguito in una stanza

dedicata sul posto di lavoro. Ogni sessione è stata strutturata in tre parti: riscaldamento a bassa intensità e mobilitazione, esercizi contro resistenza (tre serie di cinque esercizi), defaticamento ed esercizi di flessibilità. Il programma è stato adattato a ciascuno dei soggetti, in cui gli esercizi e il carico sono stati personalizzati in base al dolore o ai limiti rilevati durante la valutazione iniziale al T₀. In particolare, in presenza di dolore, è stata preferita la mobilitazione attiva della parte superiore delle braccia (es: senza pesi), mentre, in assenza di dolore, è stato somministrato esercizio di forza (ad esempio, fasce e pesi). I risultati riportati suggeriscono un miglioramento dei valori al *follow-up* rispetto a quelli misurati alla *baseline* per la zona anatomica del capo per quanto riguarda l'IG (54.73±11.66 to 56.03±11.9) e un peggioramento dei valori del CG (51.56±11.41 to 48.68±7.46). Lo studio di Cheng (2007) ha proposto esercizi di rafforzamento per la spalla, nello specifico per la cuffia dei rotatori. Gli esercizi includono esercizi isometrici in cui il lavoratore preme un asciugamano arrotolato alla parete in diverse direzioni. Sono state effettuate tre serie da dieci ripetizioni ciascuna. Inoltre, sono stati eseguiti esercizi dinamici contro resistenza progressiva per mezzo di una bottiglia di acqua distillata per un periodo di tempo di quindici minuti. I risultati ottenuti mostrano un miglioramento nell'angolo di estensione della spalla nel gruppo *Clinic-Based Work Hardening Training* (38.85±8.14 to 43.65±7.84) a cui è stata impartita una formazione generica tradizionale di rinforzo. C'è stato un miglioramento anche nel gruppo *Workplace-Based Work Hardening Training* (40.98±6.47 to 45.76±5.67) che ha ricevuto una formazione di rinforzo sul posto di lavoro con principi riabilitativi della patologia della cuffia dei rotatori.

3.4.2 FLEXION

Gli studi di Cimarras-Otal (2020), Weyh (2020), Rasotto (2015) e Cheng (2007) hanno misurato la flessione a T₀ e T₁ relativamente per i distretti anatomici di: braccio, ginocchio, spalla. È stato inoltre valutato l'angolo/velocità di flessione lombare, che ha portato ai risultati seguenti: nello studio di Cimarras-Otal (2020) risulta che, dopo otto settimane di PE (*Physical Exercise*) adattato, associato a raccomandazioni generali, l'*Intervention Group* (IG) hanno ottenuto un miglioramento significativo dell'angolo massimo di flessione lombare e ha mantenuto la media della velocità di flessione [*angle*°, 68.38±9.47 to 75.94±8.34; *speed* (°/sg) 31.33±8.47 to 31.33±9.25]. Dal *Control Group*

(CG) si nota una diminuzione non significativa dei valori di angolo e velocità di flessione [*angle*° 74.32±13.89 to 72.86±12.56; *speed* (°/sg) 33.69±10.47 to 22.56±6.63]. Confrontando i due programmi di PE, osserviamo che il programma di esercizio adattato associato alle raccomandazioni generali sembra essere più efficace delle semplici raccomandazioni per il miglioramento del movimento di flessione lombare. Nello studio di Weyh (2020) sono stati eseguiti test di forza massima per misurare la capacità muscolare. Per la valutazione [Newton metro (Nm)] della flessione di gomito, ginocchio e tronco, sono state completate due prove per ciascuna posizione (SiBP e StOP), con contrazioni della durata di cinque secondi, separate da intervalli di riposo di trenta secondi. Ci sono stati miglioramenti significativi nell'*Endurance Training Group* (ETG) a livello di tutti i distretti anatomici sopracitati [(*arm*): 132.9±34.0 to 138.1±33.3; (*knee*) 201.4±63.1 to 216.5±71.3; (*trunk*) 151.8±50.6 to 167.1±57.9]. C'è stato un miglioramento significativo anche nello *Strength Training Group* (STG), specialmente a livello di ginocchio e tronco [(*arm*) 131.1±24.9 to 135.9±28.5; (*knee*) 188.4±49.8 to 202.3±53.7; (*trunk*) 143.1±44.8 to 169.1±60.5]. Nel *Control Group* (CG) c'è stato un lieve miglioramento nei distretti: braccio e ginocchio, vi è stato tuttavia un peggioramento a livello del tronco [(*arm*) 129.1±23.4 to 131.5±18.1; (*knee*) 206.5±59.8 to 208.1±45.9; (*trunk*) 181.1±70.9 to 162.3±56.0]. I risultati riportati dallo studio di Rasotto (2015) suggeriscono un miglioramento dei valori al *follow-up* rispetto a quelli misurati alla *baseline* per la flessione del capo per quanto riguarda l'IG (44.75±10.11 to 45.38±7.48) e un peggioramento dei valori del CG (42.40±12.50 to 42.59±8.67). Nello studio di Cheng (2007), c'è stato un miglioramento sia nel gruppo *Clinic-Based Work Hardening Training* (163.38±10.98 to 169.79±9.34) sia nel gruppo *Workplace-Based Work Hardening Training* (166.63±8.30 to 175.11±5.92), in quest'ultimo è stato inoltre registrato un miglioramento significativo nella flessione della spalla.

3.4.3 ROTATION

Gli studi di Rasotto (2015), Sundstrup (2014) e Cheng (2007) hanno valutato la rotazione interna ed esterna della spalla a T₀ e T₁ che ha portato ai risultati seguenti: nello studio di Rasotto (2015), i risultati suggeriscono un miglioramento dei valori al *follow-up* rispetto a quelli misurati alla *baseline* nel grado di rotazione del capo per quanto riguarda l'IG (69.93±11.48 to 74.02±7.62) e un peggioramento dei valori del CG (73.82±8.39 to

67.60±12.34). Nello studio di Sundstrup (2014) la massima forza muscolare (MVC) della spalla è stata valutata durante la rotazione esterna dell'articolazione gleno-omeroale. I pazienti hanno eseguito due tentativi di ogni MVC, separati da un periodo di riposo di trenta secondi, e sono stati istruiti ad applicare forza al manubrio (dinamometro) il più velocemente e con maggior forza possibile. I risultati mostrano un miglioramento significativo nella forza impressa nella rotazione esterna della spalla nel gruppo di *Resistance Training* [28 (19 to 36)] rispetto al gruppo dell'*Ergonomic Training* [-10 (-18 to -2)]. Lo studio di Cheng (2007), ha proposto esercizi per migliorare la rotazione esterna e quella interna della spalla. Si notano miglioramenti nel gruppo *Clinic-Based Work Hardening Training* [r. esterna: 56.56±6.03 to 59.58±6.51; r. interna 66.77±11.83 to 70.52±11.82] sia in rotazione esterna che interna. Il Gruppo *Workplace-Based Work Hardening Training* ha ottenuto un miglioramento significativo in particolar modo nella rotazione interna [r. esterna: 57.93±6.02 to 61.09±6.23; r. interna: 66.41±10.98 to 72.93±9.16].

4. DISCUSSIONE

Il questionario DASH (*Disabilities of Arm, Shoulder and Hand Score*), tenuto in considerazione come parametro valutativo negli studi di Muñoz-Poblete (2019), Sundstrup (2014) e Pedersen (2013) ha trovato concordi i tre studi per quanto concerne i risultati positivi di riduzione della disabilità lavorativa dopo un allenamento di esercizi contro resistenza. Nello studio di Muñoz-Poblete (2019), i risultati hanno permesso di confrontare un programma di allenamento contro resistenza (*Intervention Group*) ed uno di esercizi di stretching (*Control Group*), locati sul posto di lavoro. I gruppi di studio hanno riportato effetti benefici dopo sedici settimane di intervento, anche grazie alla supervisione da parte di un esperto e con una buona aderenza alle sessioni di allenamento. Riconoscendo le loro diverse caratteristiche morfologiche, le donne hanno svolto le fasi progressive del programma di allenamento con resistenze inferiori rispetto agli uomini. Tuttavia, a causa del basso numero di donne che hanno aderito al programma, non è stato possibile verificare un miglioramento significativo di sintomatologia e funzionalità. Nello studio di Sundstrup (2014) la metà dei partecipanti che ha eseguito il *Resistance Training* (RT) ha riscontrato un notevole miglioramento

nei sintomi legati al dolore del 50% e un quarto ha mostrato un miglioramento del 25-50%, percentuale significativamente più alta rispetto al gruppo assegnato all'*Ergonomic Training* (ET). I guadagni di forza sono stati quindi osservati tra gli individui assegnati al RT ma non nel gruppo che ha svolto l'ET. Ciò supporta ulteriormente il fatto che si siano verificati adattamenti fisiologici benefici, come risultato di un'attività mirata e di un allenamento di forza. Allo stesso modo, nello studio di Pedersen (2013) c'è stato un effetto positivo come risultato del periodo di intervento di allenamento di forza supervisionato, in cui sono stati utilizzati dei manubri e i cui carichi sono stati progressivamente aumentati nel corso delle venti settimane. Pertanto, la riduzione del dolore è stata accompagnata da miglioramenti funzionali del braccio, della spalla e della mano durante le attività lavorative quotidiane.

In tutti gli studi in cui è stata valutata l'intensità del dolore pre e post trattamento c'è stato un miglioramento di questo parametro nel gruppo di intervento. Lo studio di Cimarras-Otal (2020) ha mostrato risultati ottimali sia nell'*Intervention Group* (IG) che ha seguito un programma di esercizi adattato alle caratteristiche del posto di lavoro, sia nel *Control Group* (CG) che ha seguito per otto settimane un programma di *Physical Education* basato sulle raccomandazioni generali dell'ACSM (*The American College of Sports Medicine*). È visibile un miglioramento dell'intensità del dolore nella zona lombare mettendo a confronto i due gruppi. È stato osservato che il programma di esercizio adattato associato alle raccomandazioni generali è stato più efficace rispetto alle semplici raccomandazioni per il miglioramento della flessione lombare. Entrambi i programmi di intervento hanno generato quindi una diminuzione dell'intensità del dolore, in maniera comunque più significativa nell'*Intervention Group* (IG). Lo studio di Moreira-Silva (2014) ha verificato l'intensità del dolore muscolo-scheletrico nelle regioni anatomiche di: collo, gomito, dorso, coscia/anca e caviglia/piedi. I risultati trovano significatività nella diminuzione del dolore dopo il programma di intervento (TOI), in particolare a livello di gomito e regione dorsale. Il programma *Physical Activity* era basato su esercizi di stretching associati a esercizi di forza, con lo scopo di diminuire le tensioni muscolari. I partecipanti hanno anche potuto sostenere da casa il programma di allenamento. Anche nello studio di Sundstrup (2014) è stato verificato un miglioramento dell'intensità del dolore a livello della spalla, inoltre ci sono stati risultati significativi nella zona anatomica del polso. L'intervento di *Resistance Training* (RT) è

stato più efficace dell'*Ergonomic Training* (ET) nell'aumentare la forza dei muscoli di spalla e polso. Ciò era previsto poiché il programma di allenamento contro resistenza è stato ideato per rafforzare efficacemente i muscoli di tali regioni. Un aumento della capacità fisica avrebbe quindi ridotto l'esposizione relativa durante il lavoro, portando indirettamente ai miglioramenti osservati nella dolorabilità. Negli studi di Pedersen (2013) e Zebis (2011) c'è stato un miglioramento in particolare a livello del collo e della spalla. Nello studio di Pedersen (2013) infatti notiamo un effetto benefico del dolore al collo, alla spalla destra, alla mano destra e alla parte superiore e inferiore della schiena come risultato del periodo di intervento di allenamento supervisionato. Avendo partecipato all'allenamento di forza di venti settimane, dallo studio è risultato un effetto a lungo termine della diminuzione del dolore muscoloscheletrico e della disabilità a un anno dalla *baseline*. Nello studio di Zebis (2011), nel *Training Group* (TG) c'è stata una diminuzione dell'intensità del dolore di circa 3 punti su una scala da 0 a 9, dato che può essere considerato clinicamente rilevante. Il programma di intervento che prevedeva esercizi di contrazioni muscolari dinamiche ad alta intensità (8-15 RM) e ad alto volume (6-12 ripetizioni per serie) eseguite in modo progressivo sia con movimenti lineari che ondulatori, seguendo strategie di periodizzazione durante tutto il periodo di intervento, ha ridotto efficacemente il dolore al collo e alla spalla nei lavoratori coinvolti. È stato possibile verificare dei cambiamenti stagionali nella sintomatologia cronica a livello del collo, con peggioramenti in autunno e miglioramenti in primavera. Pertanto, ci si potrebbe aspettare una diminuzione generale dei sintomi durante il periodo che va da gennaio a giugno. Nonostante la variazione stagionale è stato riscontrato un risultato significativo nel *Training Group* (TG) che svolgeva l'allenamento di forza rispetto al *Control Group* (CG).

Gli studi di Weyh (2020), Muñoz-Poblete (2019) e Rasotto (2015) hanno riportato dei miglioramenti nella valutazione con la scala VAS (*Visual Analogue Scale*). Nel primo studio, è stato dimostrato che l'attivazione muscolare prima alterata è andata di pari passo con una riduzione della VASmax; infatti, un livello inferiore di carico muscolare induce meno sforzo fisico e dolore muscolare. La VASmax sembra essere un buon indicatore dei sintomi muscoloscheletrici, nella valutazione delle sollecitazioni legate al lavoro. L'EWT (*Experimental Welding Task*) non ha indotto un'elevata risposta cardiovascolare generale; pertanto, si può dedurre che la diminuzione della VASmax sia principalmente

dovuta alla riduzione del carico muscolare. I diversi effetti di un regolare allenamento contro resistenza o di resistenza sulle funzioni fisiche e sulla salute sono collegati alla perdita di grasso corporeo e l'aumento della massa muscolare sono noti fattori di riduzione delle malattie cardiovascolari. Allo stesso modo, l'aumento della capacità di resistenza e della forza muscolare rappresenta un fattore importante per la salute. Questo ha prodotto un effetto positivo sulla salute e sul benessere dei saldatori, e di conseguenza la loro produttività è aumentata. Per quantificare le prestazioni lavorative, è stata analizzata anche la durata dell'EWT, i cui risultati mostrano che una durata più lunga potrebbe essere raggiunta dopo entrambi i programmi di esercizio (*Endurance Training* e *Strenght Training*) in StOP (*Standing Overhead Position*). Di conseguenza, non possiamo escludere un pregiudizio su altre misure di risultato in quanto una maggiore durata della saldatura potrebbe comportare un grado più elevato di fatica. Nello studio di Muñoz-Poblete (2019) il maggiore effetto di riduzione del dolore è stato riscontrato nelle zone anatomiche di: gomito, avambraccio e polso, principalmente sul lato dominante. Nel momento in cui si effettuano esercizi per gli arti superiori si riscontrano anche effetti benefici nella zona cervicale. In questo studio in particolare, è stata osservata una riduzione del dolore cervicale clinicamente significativa. Riconoscendo le loro diverse caratteristiche morfologiche, le donne hanno svolto le fasi progressive del programma di allenamento con resistenze inferiori rispetto agli uomini ma non è stato possibile verificare un miglioramento significativo di sintomatologia e funzionalità a causa del basso numero di donne che hanno aderito al programma. È stato però dimostrato che le lavoratrici donne hanno beneficiato di interventi di questo tipo anche considerando che i rischi associati all'esposizione a carichi fisici sono sostanzialmente inferiori. I risultati di questo studio ci hanno permesso di confrontare un programma di allenamento di resistenza muscolare ed esercizi di stretching basati sul posto di lavoro. È noto che entrambi i programmi abbiano prodotto effetti benefici se implementati da un'attenta supervisione e con una buona aderenza alla routine, programma di esercizio contro resistenza ha prodotto migliori effetti protettivi al *follow-up*. Nello studio di Rasotto (2015) è stato possibile verificare esiti notevoli nella regione anatomica del polso. Il punteggio VAS, infatti, è diminuito di oltre un punto, che supera la soglia clinicamente rilevante. Concentrandosi sulla regione del collo, è stato osservato poi un aumento della rotazione e della flessione della testa senza però una riduzione del

punteggio VAS. È stato riscontrato che una maggiore mobilità nella regione del collo è un fattore protettivo per il dolore, a causa dell'associazione tra il livello di dolore e l'ampiezza di movimento nel rachide cervicale. Questo programma di esercizi su misura ha evidenziato anche il potenziale per aumentare la forza degli arti superiori. La forza di presa è un buon predittore di disabilità generale e limitazione nelle attività della vita quotidiana negli uomini e nelle donne.

Gli studi di Weyh (2020) e Moreira-Silva (2014) non hanno riportato dei miglioramenti significativi nella valutazione della DBPmax (mmHg, *Maximal Diastolic Blood Pressure*). Nello studio di Weyh (2020), il parametro in esame è stato misurato mediante un monitor elettronico (BOSO® TM-2430 PC, Bosch e Sohn)⁽⁹⁾ ed è stata verificata una lieve diminuzione della DBPmax nell'ETG (*Endurance Training Group*) e nel CG (*Control Group*) al *follow-up* rispetto al valore registrato alla *baseline*. È rimasto invariato invece nello STG (*Strength Training Group*) dal momento che il tipo di allenamento non mirava alla diminuzione dello stesso. Nello studio di Moreira-Silva (2014) la pressione sanguigna è stata misurata, nel TOI (*Intervention Group*) in posizione seduta dopo dieci minuti di riposo con un dispositivo elettronico di monitoraggio della pressione sanguigna (OSZ 5 Easy Welch Allyn, Regno Unito) sul braccio sinistro. Sono state effettuate tre misurazioni a distanza di un minuto ed è stata calcolata una media⁽⁴⁾. I risultati non mostrano differenze significative dal valore misurato alla *baseline* rispetto a quello misurato al *follow-up* né per il TOI (*Intervention Group*) né per il TOR (*Reference Group*).

Gli studi Weyh (2020) e Moreira-Silva (2014) hanno utilizzato la SBPmax (mmHg, *Maximal Systolic Blood Pressure*) a T₀ e T₁ e i risultati sono i seguenti: nessun miglioramento significativo dalla *baseline* al *follow-up*. Gli esercizi contro resistenza effettuati dai gruppi di intervento degli studi, ovvero lo STG (*Strength Training Group*) di Weyh (2020) e il TOI (*Intervention Group*) di Moreira-Silva (2014) non sono stati appropriati per guadagni di salute in termini di pressione sanguigna. Una lieve differenza è stata riscontrata invece nell'ETG (*Endurance Training Group*) dello studio di Weyh (2020), tuttavia anche in questo gruppo, il parametro in questione non ha riportato risultati significativi.

Gli studi di Weyh (2020) e Moreira-Silva (2014) hanno valutato valori come: BMI (Kg/m², *Body Mass Index*), Massa Grassa (% , *Fat Mass*) e Peso Corporeo (Kg, *Body*

Weight). In entrambi gli studi si denota una lieve diminuzione dei valori, specialmente nei gruppi di intervento, quindi nell'ETG (*Endurance Training Group*) e nello STG (*Strength Training Group*) relativamente allo studio di Weyh (2020) e nel TOI (*Intervention Group*) dello studio di Moreira-Silva (2014). Per quanto concerne i gruppi di controllo (CG) di entrambi gli studi, è stato verificato un peggioramento in termini di BMI, Massa Grassa e Peso Corporeo dei valori al *follow-up* rispetto ai valori misurati alla *baseline*. Anche in questo caso gli esercizi proposti ai gruppi di intervento di entrambi gli studi non sono appropriati per guadagni di salute in termini peso, tuttavia conoscendo i molteplici effetti di un regolare allenamento contro resistenza o di *endurance* sulle funzioni fisiche e sulla salute, migliorare e la PA (*Physical Activity*) quotidiana dei lavoratori può portare alla perdita di grasso corporeo e all'aumento della massa muscolare, che sono noti fattori di riduzione delle malattie cardiovascolari. Allo stesso modo, l'aumento delle capacità di resistenza e della forza muscolare rappresentano un fattore importante per la salute generale. Oltre a un effetto positivo sulla salute e sul benessere dei saldatori; a favore delle aziende ne consegue l'elevata produttività del personale e la riduzione dell'assenteismo.

Gli studi di Weyh (2020), Sundstrup (2014) e Cheng (2007) hanno valutato il parametro di estensione relativo alle zone anatomiche maggiormente sollecitate dopo l'esposizione a lavori ripetitivi e manuali. Nello studio di Weyh (2020) sono stati eseguiti test di forza massima (Nm) per misurare la capacità muscolare. L'estensione di gomito, ginocchio e schiena è stata misurata mediante la stazione di analisi m3-Diagnos (Schnell).⁽⁹⁾ Sono state effettuate due prove con contrazioni della durata di cinque secondi, separate da intervalli di riposo di trenta secondi. I partecipanti sono stati incoraggiati verbalmente a raggiungere il massimo sforzo (e la forza è stata visualizzata su un display in tempo reale, fornendo un *feedback* immediato). Le misurazioni ottenute dall'ETG (*Endurance Training Group*) mostrano un miglioramento a livello della sezione anatomica del braccio e miglioramenti ancora maggiori a livello di ginocchio e schiena. Lo STG (*Strength Training Group*) ha rivelato risultati ulteriormente positivi rispetto all'ETG, specialmente nell'estensione della schiena. Positivi anche i risultati relativi al braccio e al ginocchio. Facendo riferimento al CG (*Control Group*) invece è verificabile un peggioramento in estensione delle zone anatomiche sopracitate analizzate al *follow-up* rispetto ai valori misurati alla *baseline*. Nello studio di Sundstrup (2014) la forza del

polso (N) è stata misurata mediante l'estensione isometrica dell'articolazione radio-carpale. I pazienti hanno eseguito due tentativi di ogni MVC (*Maximum Voluntary Contraction*), separati da un periodo di riposo di trenta secondi. I gruppi di studio sono stati istruiti ad applicare forza al manubrio (dinamometro) il più velocemente e con più forza possibile. Rispetto all'ET (*Ergonomic Training*), entrambi i parametri di forza sono aumentati in misura maggiore nel RT (*Resistance Training*). Sono stati osservati guadagni di forza, relativi agli estensori della spalla e del polso, tra gli individui assegnati al gruppo che ha portato a termine l'allenamento contro resistenza (RT) ma non in quelli che sono stati sottoposti all'allenamento ergonomico (EG). Nello studio di Cheng (2007), gli esercizi di rinforzo della spalla e, nello specifico, dei muscoli della cuffia dei rotatori, sono stati avviati immediatamente dopo gli esercizi di controllo scapolare. L'allenamento include esercizi isometrici in cui il lavoratore preme un asciugamano arrotolato alla parete in diverse direzioni. L'esercizio è organizzato in tre serie da dieci ripetizioni ciascuna. Inoltre, sono stati eseguiti esercizi dinamici di resistenza progressiva con una bottiglia di acqua distillata per quindici minuti. I risultati di estensione di spalla sono stati positivi; è stato verificato quindi un miglioramento in entrambi i gruppi di studio: CHW (*Clinic-based Work Hardening Training*) e WWH (*Workplace-based Work Hardening Training*); tuttavia, i dati ottenuti non sono significativi per quanto concerne l'estensione della zona anatomica della spalla.

Gli studi di Cimarras-Otal (2020), Weyh (2020), Rasotto (2015) e Cheng (2007) hanno valutato il parametro di flessione relativo alle zone anatomiche maggiormente sollecitate durante l'esposizione a lavori ripetitivi e manuali. Nello studio di Cimarras-Otal (2020) sono stati ripetuti schemi di movimento di flessione a livello cervicale e lombare. Per la valutazione, il soggetto è stato in posizione statica per almeno quindici secondi, per la registrazione dell'attivazione muscolare iniziale. È stata poi eseguita una flessione lombare per sei secondi e mantenuta la massima flessione per un secondo. La misurazione è stata ripetuta tre volte. È stato utilizzato il sistema di analisi del movimento SMART-DX (BTS Bioengineering, Italia) con BTS FREEEMG 300 sonde elettromiografiche, sei BTS Bioengineering. Sono state utilizzate SDX-C2 3D e due videocamere BTS VISTA. ⁽³⁾ I soggetti dell'IG (*Intervention Group*) hanno ottenuto un miglioramento significativo dell'angolo massimo di flessione lombare e hanno mantenuto la media della velocità di flessione. Invece il CG (*Control Group*) ha mostrato

una diminuzione dei valori dell'angolo e della velocità di flessione. Tuttavia, i dati sopraelencati non risultano significativi. Da questo studio si percepisce che l'esercizio adattato più le raccomandazioni generali (ACSM, *American College of Sport Medicine*) sembrano essere più efficaci delle mere raccomandazioni generali per il miglioramento della flessione lombare. Nello studio di Weyh (2020) sono stati eseguiti test di forza massima per misurare la capacità muscolare (Nm) durante la flessione delle zone anatomiche: gomito, ginocchio e tronco. Le misurazioni sono state effettuate dalla stazione di analisi m3-Diagnos (Schnell), con le stesse modalità prima descritte per la forza relativa all'estensione. Le misurazioni ottenute in riferimento all'ETG (*Endurance Training Group*) mostrano un miglioramento a livello della sezione anatomica del braccio e risultati ancora maggiori per ginocchio e tronco. Lo STG (*Strength Training Group*) ha riportato risultati migliori dell'ETG, specialmente nella flessione della regione anatomica del tronco, sempre positivi anche i risultati di flessione relativi al braccio e al ginocchio. Facendo riferimento al CG (*Control Group*) invece è stata verificata una diminuzione del parametro questione nelle zone anatomiche di ginocchio e tronco, siamo quindi di fronte a un peggioramento dei valori al *follow-up* rispetto a quelli misurati alla *baseline*, tranne che per un lieve miglioramento di flessione del gomito. Nello studio di Rasotto (2015) è stato constatato un miglioramento della flessione del capo e che, da un punto di vista clinico, la capacità di usare gli arti superiori dipende non solo dalla forza ma anche dalla flessibilità della spalla. Quest'ultimo parametro è stato valutato nei lavoratori con una forma fisica muscoloscheletrica inferiore rispetto ai lavoratori sani. Dall'IG sono emersi miglioramenti nella forza di presa e nella mobilità degli arti superiori, misurati attraverso il back scratch test e le valutazioni sono state effettuate grazie a un goniometro digitale applicato ad un casco (GPS 400, Chinesport Medical Equipment, Udine, IT). ⁽⁷⁾ È probabile che gli effetti positivi non siano stati dovuti solo agli esercizi di mobilità, ma anche alla somministrazione prolungata di esercizi di flessibilità alla fine di ogni sessione. Oltre alla flessibilità, l'IG ha mostrato un aumento del raggio di movimento della spalla. Nello studio di Cheng (2007) sono stati effettuati i medesimi esercizi di rinforzo per la spalla descritti nella sezione di estensione. I lavoratori del gruppo WWH (*Workplace-based Work Hardening Training*) hanno registrato un miglioramento significativo in termini di flessione attiva della spalla. I risultati hanno dimostrato che l'intervento riabilitativo sul

posto di lavoro (WWH) è stato più efficace rispetto ai tradizionali programmi di riabilitazione basati sulla clinica (CHW) in termini di diminuzione del dolore percepito, della disabilità, del miglioramento delle capacità funzionali e prevenzione di ulteriori disabilità sul lavoro.

Gli studi di Rasotto (2015), Sundstrup (2014) e Cheng (2007) hanno valutato il parametro di rotazione relativo alla zona anatomica di spalla sollecitata durante l'esposizione a lavori ripetitivi e manuali. Dallo studio di Rasotto (2015) è risultato un miglioramento della rotazione del capo con le medesime indicazioni fornite nel paragrafo di flessione. Inoltre, i risultati ci suggeriscono che un aumento del range di movimento porti ad una stimolazione dell'angiogenesi e ottimizzazione dell'assorbimento locale di ossigeno e rapida rimozione dei sottoprodotti; per questo il range di movimento è considerato un parametro importante nella valutazione della funzione fisica. Nello studio di Sundstrup (2014) il piano di allenamento comprende due esercizi di rotazione su due piani, con l'ausilio di tubi elastici (Thera-Band); la successiva valutazione è stata quella della massima forza muscolare della spalla (MVC, *Maximum Voluntary Contraction*) che è stata misurata durante la rotazione esterna isometrica dell'articolazione gleno-omerale, anche qui i pazienti hanno eseguito due tentativi di ogni MVC, separati da un periodo di riposo di trenta secondi. I dati statistici mostrano che, nell'aumentare la forza dei muscoli della spalla e del polso, l'intervento di *Resistance Training* (RT) è stato più efficace di quello dell'*Ergonomic Training* (ET). Il programma di allenamento contro resistenza era mirato al rinforzo dei muscoli della spalla. Dai dati ottenuti si può quindi affermare che il miglioramento della forza muscolare riduce l'esposizione relativa durante il lavoro, il che porta indirettamente al miglioramento del dolore e della disabilità. L'utilizzo di esercizi eccentrici è stato l'ingrediente chiave di questo programma; al *follow-up* sono stati registrati dati che mostrano gli effettivi benefici di questi esercizi per il trattamento di un disturbo specifico della spalla come la tendinopatia. Nello studio di Cheng (2007) sono stati effettuati i medesimi esercizi di rinforzo della spalla descritti nelle sezioni di estensione e flessione. Ci sono stati miglioramenti sia nel CHW (*Clinic-based Work Hardening Training*) che nel WWH (*Workplace-based Work Hardening Training*). I risultati maggiori però li riscontriamo nel secondo gruppo. Nonostante non siano significativi, i risultati ottenuti hanno dimostrato che l'intervento riabilitativo sul posto di lavoro sia più efficace dei tradizionali

programmi di riabilitazione basati sulla clinica in termini di: diminuzione del dolore percepito, disabilità, miglioramento delle capacità funzionali e prevenzione di ulteriori disabilità sul lavoro.

5. CONCLUSIONI

Questi studi hanno dimostrato che un regolare allenamento contro resistenza induce vari adattamenti oggettivi e soggettivi nel personale di azienda che svolge lavori manuali altamente ripetitivi e forzati. I dati esposti sottolineano il vantaggio di un allenamento fisico nella prevenzione e nella promozione della salute in termini di riduzione del carico di lavoro, aumento delle prestazioni fisiche e miglioramento della salute generale. L'allenamento specifico della forza sul posto di lavoro può portare a significative riduzioni a lungo termine del dolore spinale, degli arti superiori e del DASH (*Disability of the Arm, Shoulder and Hand*). Mentre l'allenamento della forza ha quindi un impatto maggiore sul modello di attivazione muscolare, l'allenamento di *endurance* esercita effetti cardiovascolari positivi durante il lavoro. Entrambi i programmi sono inoltre in grado di ridurre i DOMS (*Delayed Muscle Onset Soreness*), le malattie a lungo termine e le condizioni dolorose, inoltre è stato osservato un miglioramento nella prevenzione dell'assenteismo legato al lavoro. I risultati hanno dimostrato che l'intervento riabilitativo svolto sul posto di lavoro risulta essere più efficace dei programmi di riabilitazione basati sulla clinica, in termini di diminuzione del dolore percepito, della disabilità, delle capacità funzionali e della prevenzione di ulteriori disabilità percepite sul lavoro. Molti dei problemi psicosociali associati alla separazione dalla routine lavorativa, tra il gruppo di pari e il datore di lavoro, si sono ridotti al minimo grazie alla presenza di un job coach. L'utilizzo di strutture di lavoro reali e l'ambiente di lavoro possono facilitare il processo di ritorno del soggetto infortunato. C'è stata poi l'intenzione di analizzare l'associazione tra sesso e rischi professionali a causa delle differenze nei DOMS tra i sessi e le differenti risposte all'esposizione lavorativa all'interno dello stesso compito. È invece emerso che la maggior parte dei metodi analizzati non includeva il sesso come parametro di valutazione o di interpretazione dei risultati. Ciò supporta l'importanza di includere i fattori sessuali nei metodi di valutazione. Questi studi evidenziano la partecipazione limitata o inesistente del sesso femminile nei casi studio, nella valutazione e sembra che

ciò possa essere dovuto al fatto che la prevenzione sia stata tradizionalmente effettuata con un approccio androcentrico, nascondendo così le differenze legate al sesso femminile e i relativi rischi specifici.

Riconoscendo le loro diverse caratteristiche morfologiche, le donne hanno svolto le fasi progressive del programma di allenamento con una serie di resistenze inferiori rispetto agli uomini, come specificato nello studio di Muñoz-Poblete (2019). Il programma di intervento attivato da quest'ultimo studio è stato meno vantaggioso per loro in termini di sintomatologia e funzionalità; tuttavia, questi risultati possono essere dovuti al basso numero di donne che partecipano allo studio rispetto agli uomini. È stato dimostrato che le lavoratrici hanno beneficiato di interventi di questo tipo anche considerando, che i rischi associati all'esposizione a carichi fisici, sono per loro sostanzialmente inferiori, specialmente nelle zone anatomiche di collo, e arti superiori. Rispetto al genere femminile, infatti, quello maschile è meno soggetto ai DOMS nei luoghi anatomici sopracitati. I risultati dello studio di Rasotto (2015) hanno confermato che un approccio personalizzato all'intervento di attività fisica è benefico per le donne. Lo studio è stato progettato per valutare l'efficacia di un programma di attività fisica su misura, eseguito in un ambiente di lavoro e su variabili selezionate di funzione fisica in un gruppo di donne addette all'assemblaggio di compiti di precisione e la mobilità delle spalle hanno portato a punteggi migliori dopo il programma di attività fisica. La maggior parte dei compiti legati al lavoro comportava movimenti della mano come pizzicare i materiali con concomitante torsione o piegare i polsi e muovere il collo in posizioni per ispezionare il lavoro dettagliato. I risultati di un gruppo di donne appartenenti al gruppo di intervento, messe a confronto con un gruppo di uomini sempre appartenenti al gruppo di intervento, evidenziano delle differenze nel percorso riabilitativo mediante l'esercizio fisico. Le donne hanno generalmente ottenuto risultati inferiori rispetto agli uomini nella valutazione con la scala VAS, nella flessione e rotazione, relativamente alle regioni anatomiche di capo e spalle. Le differenze biologiche tra uomini e donne hanno quindi svolto un ruolo chiave nella risposta fisiologica all'esercizio fisico. Gli uomini, grazie alla loro tendenza ad avere una maggiore massa muscolare, un livello più elevato di testosterone e una maggiore capacità aerobica rispetto alle donne, hanno potuto ottenere quantitativamente maggiori benefici svolgendo un programma di esercizio fisico basato su esercizi contro resistenza e di flessibilità. I fattori sopraindicati possono avere quindi

influenzato la capacità di recupero e la risposta muscolare dopo l'esercizio fisico riabilitativo e un lavoro che presenta sovraccarico biomeccanico.

Nonostante le evidenze scientifiche riportate dagli studi presi in considerazione, la dimensione del campione di studio è stato un fattore incisivo, poiché non ha consentito un'analisi differenziata di compiti specifici all'interno delle società. Dato inoltre l'esiguo numero di donne che hanno partecipato agli studi, la stima dell'effetto della variabile sesso è stata considerata con cautela, onde per cui i risultati di questi studi vengono applicati principalmente agli uomini. Per quanto riguarda i lavoratori più giovani del settore manifatturiero, che sono esposti a movimenti e sforzi ripetitivi sul posto di lavoro, hanno beneficiato dell'intervento di un programma di esercizi di allenamento della forza muscolare per prevenire dolori e le disfunzioni dell'arto superiore; è necessario, comunque, che le aziende adottino meccanismi specifici per minimizzare l'esposizione a possibili infortuni, come strategia di prevenzione. Le conclusioni di questa tesi sottolineano quindi l'importanza di analizzare l'associazione tra sesso e rischi professionali a causa delle differenze nei DOMS tra i sessi e a causa delle diverse risposte all'esposizione lavorativa all'interno dello stesso compito.

BIBLIOGRAFIA

- ⁽¹⁾ John D. Borstad, Blake Buetow, Emily Deppe, Jonas Kyllonen, Marie Liekhus, Cort J. Cieminsk, & Paula M. Ludewig. A longitudinal analysis of the effects of a preventive exercise programme on the factors that predict shoulder pain in construction apprentices. Physical Therapy Program, College of St. Catherine, Minneapolis, MN, US. *Ergonomics*. 2009 Feb; 52(2):232-44. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19296319/>
- ⁽²⁾ Andy Shu-Kei Cheng, Leung-Kim Hung. Randomized Controlled Trial of Workplace-based Rehabilitation for Work-related Rotator Cuff Disorder. *J Occup Rehabil*. 2007 Sep; 17(3):487-503. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17520356/>
- ⁽³⁾ Cristina Cimarras-Otal, Noel Marcen-Cinca, Juan Rabal-Pelay, Belen Lacarcel-Tejero, Andres Alcazar-Crevillen, Jose Antonio Villalba-Ruete and Ana Vanessa Bataller-Cervero. Adapted exercises versus general exercise recommendations on chronic low back pain in industrial workers: A randomized control pilot study. *Work*. 2020; 67(3):733-740. doi: 10.3233/WOR-203322
- ⁽⁴⁾ Isabel Moreira-Silva, Rute Santos, Sandra Abreu & Jorge Mota. The Effect of a Physical Activity Program on Decreasing Physical Disability Indicated by Musculoskeletal Pain and Related Symptoms Among Workers: A Pilot Study. *Int J Occup Saf Ergon*. 2014; 20(1):55-64. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24629870/>
- ⁽⁵⁾ C. Muñoz-Poblete, C. Bascour-Sandoval, J. Inostroza-Quiroz, R. Solano-López, F. Soto-Rodríguez. 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. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31183588/>
- ⁽⁶⁾ Mogens Theisen Pedersen, Christoffer H Andersen, Mette K Zebis, Gisela Sjøgaard and Lars L Andersen. Implementation of specific strength training among industrial laboratory technicians: long-term effects on back, neck and upper extremity pain. October 2013 *BMC Musculoskeletal Disorders* 14(1): 287. doi: 10.1186/1471-2474-14-287
- ⁽⁷⁾ Chiara Rasotto, Marco Bergamin, John C. Sieverdes, Stefano Gobbo, Cristine L. Alberton, Daniel Neunhaeuserer, Stefano Maso, Marco Zaccaria and Andrea Ermolao. A Tailored Workplace Exercise Program for Women at Risk for Neck and Upper Limb Musculoskeletal Disorders. *J Occup Environ Med*. 2015 Feb; 57(2):178-83. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25654519/>
- ⁽⁸⁾ Emil Sundstrup, Markus D. Jakobsen, Christoffer H. Andersen, Kenneth Jay, Roger Persson, Per Aagaard, and Lars L. Andersen. Effect of Two Contrasting Interventions on Upper Limb Chronic Pain and

Disability: A Randomized Controlled Trial. *Pain Physician*. 2014 Mar-Apr; 17(2):145-54. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24658475/>

⁽⁹⁾ Christopher Weyh, Christian Pilat, Torsten Frech, Karsten Krüger, Thomas Reichel and Frank-Christoph Mooren. Exercise training reduces workload, improves physical performance, and promotes overall health in welders. *J Occup Health*. 2020 Jan; 62(1): e12122. doi: 10.1002/1348-9585.12122

⁽¹⁰⁾ Mette K Zebis, Lars L Andersen, Mogens T Pedersen, Peter Mortensen, Christoffer H Andersen, Mette M Pedersen, Marianne Boysen, Kirsten K Roessler, Harald Hannerz, Ole S Mortensen and Gisela Sjøgaard. Implementation of neck/shoulder exercises for pain relief among industrial workers: A randomized controlled trial. *BMC Musculoskelet Disord* 2011 Sep21:12:205. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21936939/>

⁽¹¹⁾ Friedenreich, C. M. Sex differences in exercise metabolism and the role of 17-beta estradiol. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 01 Apr 2008, 40(4):648-654 <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e31816212ff>

⁽¹²⁾ MJ Joyner. Physiological limits to endurance exercise performance: influence of sex. *The Journal of Physiology*. *J Physiol* 595.9 (2017) pp 2949-2954. <https://doi.org/10.1113/JP272268>

⁽¹³⁾ Fillingim, R. B., King, C. D., Ribeiro-Dasilva, M. C., Rahim-Williams, B., & Riley III, J. L. (2009). Sex, gender, and pain: a review of recent clinical and experimental findings. *J Pain*. 2009 May; 10(5):447-85. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19411059/>

⁽¹⁴⁾ Sonia Serna Arnau, Sabina Asensio-Cuesta & Rosa Porcar Seder. Musculoskeletal disorders risk assessment methods: a scoping review from a sex perspective. *Ergonomics*. 2023 Jan 20:1-17. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36636799/>

⁽¹⁵⁾ Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ* 2021; 372: n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>

⁽¹⁶⁾ www.salute.gov.it (agosto, 2023)

⁽¹⁷⁾ www.osha.europa.eu (agosto, 2023)

⁽¹⁸⁾ www.insst.es (agosto, 2023)