



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI GENOVA



Università degli Studi di Genova
Scuola di Scienze Mediche e Farmaceutiche
Dipartimento di Neuroscienze, Riabilitazione, Oftalmologia, Genetica e Scienze
Materno-Infantili

**Master in Riabilitazione dei Disordini
Muscoloscheletrici**
A.A 2014/2015
Campus Universitario di Savona

**Le alterazioni elettromiografiche dei
muscoli del cingolo scapolare in presenza
di neck pain**

Candidato:

MICHELE DINO FRANCESCO

LAPINI

Relatore:

TOMMASO

GERI

ABSTRACT

È stato studiato come un funzionamento alterato dei muscoli della scapola possa contribuire a un carico eccessivo sulla colonna cervicale. Ciò nonostante non è chiaro se i pazienti con dolore idiopatico al collo mostrino alterate attivazioni della muscolatura scapolare. Lo scopo di questa revisione è stato di visionare sistematicamente la letteratura cercando le differenze o le somiglianze nell'attività dei muscoli scapolari, misurate con elettromiografia (EMG), tra soggetti con dolore idiopatico al collo e controlli sani. È stata effettuata una ricerca su Medline ed Embase di studi caso-controllo (soggetti con dolore al collo/sani) e osservazionali che indagassero l'attività elettromiografica (parametri di ampiezza, timing e fatica) dei muscoli scapolari. Sono stati trovati 33 articoli (26 RCT e 7 studi osservazionali). Durante il riposo e le attività sotto la spalla non esistono chiare differenze di attività medie del Trapezio Superiore (UT) tra i soggetti con dolore idiopatico al collo e i soggetti sani. Durante le attività overhead non si possono trarre conclusioni per quanto riguarda l'ampiezza del segnale elettromiografico a causa dell'ampia variabilità dei risultati. Le strategie di adattamento durante le attività overhead non sono le stesse tra i vari studi. Solo uno studio ha indagato il timing di attivazione dei muscoli scapolari constatando un ritardo e una più breve attivazione del Serrato Anteriore (SA) durante il movimento di elevazione nei soggetti con dolore al collo idiopatico. Per quanto riguarda la fatica muscolare non possono essere tratte conclusioni definitive a causa dell'ampia variabilità e della discordanza tra i vari studi analizzati. Futuri studi EMG sui muscoli scapolari (non esclusivamente sul UT) con migliore qualità sono necessari per capire e trarre conclusioni su come i muscoli scapolari reagiscano in presenza di dolore idiopatico al collo.

INDICE

1. Introduzione	pag. 4
2. Materiali e metodi	pag. 6
2.1 Criteri di eleggibilità	pag. 6
2.2 Informazioni e strategia di ricerca	pag. 6
2.3 Selezione degli studi	pag.
2.4 Processo di raccolta dati	pag. 7
2.5 Rischio di bias e livello di evidenza negli studi	pag. 7
3. Risultati	pag. 9
3.1 Selezione degli studi	pag. 9
3.2 Rischio di bias e livello di evidenza degli studi	pag. 10
3.3 Sintesi dei risultati degli studi RCT	pag. 10
3.3.1. EMG Ampiezza muscolare	pag. 10
3.3.1.1. Durante il riposo	pag. 10
3.3.1.2. Attività sotto l'altezza della spalla	pag. 12
3.3.1.3. Attività overhead	pag. 13
3.3.2. EMG timing reclutamento	pag. 14
3.3.3. EMG fatica muscolare	pag. 14
3.4 Sintesi dei risultati degli studi osservazionali	pag. 15
3.4.1. Ampiezza	pag. 15
3.4.1.1. Attività sotto l'altezza della spalla	pag. 15
3.4.1.2. Attività overhead	pag. 16
3.4.1.3. Attività lavorativa e tempo libero	pag. 17
4. Discussioni	pag. 18
4.1. Studi RCT	pag. 18
4.1.1 Ampiezza	pag. 18
4.1.2. Timing	pag. 19
4.1.3. Fatica	pag. 19
4.2. Discussioni generali	pag. 19
5. Key Points	pag. 31
6. Bibliografia	pag. 32

1. INTRODUZIONE

Il dolore al collo nella popolazione adulta ha una prevalenza di circa il 30-50%^[1]. Si stima inoltre che più del 60% della popolazione adulta sperimenti un episodio di dolore al collo o di spalle almeno una volta nella vita.^[2]

Diverse strutture sono state proposte per l'attivazione nocicettiva iniziale, tra le quali muscoli, articolazioni sinoviali, dischi intervertebrali, legamenti, vene ed arterie, ma ad oggi l'origine del dolore risulta essere multifattoriale e di non precisa determinazione.^[3]

In concomitanza o in assenza di stimoli nocicettivi il dolore al collo può essere anche attribuito ad alterazioni del controllo motorio e del pattern di attivazione muscolare. Queste risposte possono essere adattative nel breve termine per evitare o prevenire ulteriori danni alle strutture, ma a lungo andare possono dare vita a fenomeni di riorganizzazione definiti maladattativi. Esistono diversi fattori di rischio che possono portare a sviluppare questi fenomeni, tra cui lavori con compiti ripetitivi e monotoni, come il lavoro a computer, ma anche inabilità a gestire gli stress mentali e precedenti episodi di cattiva salute e di dolore muscoloscheletrico.^[4,5,6]

I meccanismi per cui stimoli nocicettivi simili producono sensibilità e modalità di risposta al dolore diverse a seconda dell'individuo interessato non sono ancora ben compresi e per questo sono necessarie ulteriori indagini che potrebbero rivelare l'esistenza di fattori non strutturali tra cui tratti della personalità, carico di stress e di lavoro e differenti gradi di percezione del dolore ad influenzare la risposta motoria e la programmazione ad essa correlata.^[5,7,8,6,9]

Tra i vari meccanismi indagati vi è l'alterazione del comportamento della muscolatura nei distretti di collo e cingolo scapolare. Molti studi già condotti dimostrano come in una popolazione con disturbi di dolore al collo rispetto a una popolazione sana vi sia un' alterata funzionalità ed attività della muscolatura profonda e superficiale del collo.^[10,11,12,13,14]

Sempre più studi inoltre avvalorano il fatto che vi siano altri gruppi muscolari coinvolti nei meccanismi collegati al dolore al collo. Tra questi molta importanza viene data al lavoro che la muscolatura del cingolo scapolare svolge durante il movimento del distretto cervicale e che potrebbe avere un alterato funzionamento in chi presenta dolore al collo.^[15,16]

La mobilità e la stabilità di scapola sono date dalla presenza del sistema di muscolatura scapolare, formato dai muscoli trapezio, con i suoi tre ventri, superiore, medio ed inferiore, dal serrato anteriore, dai romboidi, dall'elevatore della scapola e dal pettorale minore.^[17] Questi muscoli hanno il doppio ruolo di orientare la scapola nello spazio e di trasferire i carichi tra gli arti superiori e la colonna, incluso il tratto cervicale.^[16] Alterazioni del pattern di attivazione scapolare possono portare ad un aumento del carico sulla colonna cervicale, con una maggiore attivazione dei muscoli trapezio superiore ed elevatore della scapola che possono andare a sovraccaricare questa zona.^[18] Questo può portare, a lungo andare, a maggiori carichi compressivi del tratto cervicale con aumento della compressione interdiscale e delle faccette zigoapofisarie, con conseguente dolore.

Nonostante vi siano molti studi che hanno già indagato l'alterazione dei muscoli della scapola in chi ha dolore di spalla,^[19,16,20,21,22,23,24] non è ancora chiaro se sia possibile trovare alterazioni rilevanti nella muscolatura del cingolo scapolare in chi presenta dolore al collo.

Vi sono varie metodiche per analizzare la funzione muscolare. La più utilizzata dai ricercatori nei lavori scientifici e dai clinici è certamente l'elettromiografia. Tra i vari tipi di elettromiografia, la più usata per studiare le problematiche muscoloscheletriche è sicuramente l'elettromiografia di superficie (sEMG). I parametri che si possono analizzare tramite questa tecnica sono l'ampiezza del segnale, il timing di attivazione muscolare, la velocità di conduzione dell'impulso, la fatica muscolare e le caratteristiche di frequenza e pattern.^[25]

Vista la mancanza in letteratura di una rassegna della letteratura sull'attivazione della muscolatura del cingolo scapolare in soggetti con e senza dolore al collo questo lavoro si pone come scopo quello di indagare le attivazioni elettromiografiche della muscolatura del cingolo scapolare comparandola in soggetti con e senza neck pain.

2. MATERIALI E METODI

2.1 Criteri di Eleggibilità

Sono stati inclusi articoli che valutassero le variabili del segnale EMG inerenti a timing, ampiezza e fatica. Gli articoli dovevano rispettare i seguenti criteri di inclusione ed esclusione.

Criteri di inclusione:

1. Studi che indagano pazienti con neck pain.
2. Che riguardino almeno un muscolo del distretto della scapola (tre sezioni del Trapezio, Serrato Anteriore, Elevatore della scapola, Piccolo pettorale, Romboide).
3. Che riportino l'analisi dell'EMG con parametri di ampiezza, tempo e frequenza.
4. Che abbiano full text.
5. In lingua inglese.

Criteri di esclusione:

1. Specifica patologia (tumore, chirurgia, pazienti fibromialgici ecc...).
2. Review, review sistematiche e meta-analisi.

2.2 Informazioni e strategia di ricerca

La strategia di ricerca si è basata su una combinazione di parole chiave ottenute sul modello PICOS (pazienti, intervento, controlli, outcome utilizzati, disegno dello studio), che sono state poi convertite, ove possibile, in Mesh Terms. Gli articoli dovevano avere come campione i soggetti con dolore muscoloscheletrico al collo (P), analizzato con sEMG dei muscoli scapolari (I), rispetto ad un campione di soggetti sani (C), attraverso variabili elettromiografiche di ampiezza e frequenza del segnale (O), in studi di intervento (RCTs) od osservazionali (S).

Sono stati consultati due database di ricerca, Embase e Medline. Come stringa di ricerca è stata quindi utilizzata la seguente, formata da Mesh Terms o parole in libera:

(Neck Pain [Mesh] AND Electromyography [Mesh] AND "Scapular Muscles") su Pubmed, motore di ricerca di Medline, e (Neck Pain AND Electromyography AND

Scapular Muscles) sul database di Embase. L'ultima ricerca è stata condotta il 20 aprile 2016. In aggiunta sono stati inseriti articoli ritenuti rilevanti leggendo le references degli articoli di interesse risultanti della prima ricerca.

2.3 Selezione degli studi

Nella prima fase è stata fatta una selezione leggendo esclusivamente il titolo e l'abstract degli articoli rinvenuti nella ricerca. Degli articoli di interesse sono stati poi trovati tutti i possibili full text ed è stato successivamente utilizzato lo stesso metodo per gli articoli tratti dalle references di interesse. Infine si sono applicati i criteri di inclusione ed esclusione su tutti i full text degli articoli trovati. Gli articoli che non rispettavano i criteri venivano automaticamente esclusi dalla revisione.

2.4 Processo di Raccolta Dati

Sono state raccolte informazioni da ogni singolo articolo incluso nella revisione che sono poi state schematizzate in una tabella sinottica contenente: (1) autore e anno di pubblicazione; (2) pazienti ed eventuali controlli; (3) muscoli analizzati; (4) task motorio richiesto; (5) outcome analizzati nello studio; (6) risultati EMG per ampiezza, timing e fatica; (6) normalizzazione dei dati EMG, se presente.

2.5 Rischio di bias e livello di evidenza negli studi

Tutti gli articoli sono stati valutati per la loro qualità metodologica usando le linee guida evidence based "Checklist per studi caso controllo" fornite dall'Istituto Danese per l'improvement del Sistema Sanitario (CBO) e dal centro Cochrane danese. I sei item calcolati sono stati: (1) descrizione dei pazienti e (2) del gruppo di controllo, (3) l'esclusione di bias di selezione, (4) descrizione della procedura e degli strumenti di misura, (5) l'esecuzione in cieco della procedura e (6) i fattori di confondimento (Tabella 1).

La procedura di assegnazione della qualità metodologica degli studi inclusi nella ricerca è stata effettuata da un solo operatore. In questa revisione un punteggio di qualità di 3/6 e 4/6 è stato considerato come qualità moderata, mentre studi con punteggi 5/6 o 6/6 sono stati considerati come qualità elevata. Gli articoli con rischio di bias troppo alto (qualità metodologica <50%) sono stati esclusi dalla review.

Tenendo conto della qualità metodologica e della struttura dello studio è stato determinato un livello di evidenza in accordo con il sistema di classificazione dell'istituto danese per l'improvement del sistema sanitario del 2005. Infine è stato possibile determinare una forza di conclusione basata sul livello di evidenza. Una forza di conclusione 2 (moderata) veniva data quando erano presenti almeno due studi di livello B, mentre una forza di conclusione 3 (alta) veniva data quando era presente almeno uno studio con livello A2 e uno B.

3. RISULTATI

3.1 Selezione degli studi

La flowchart di selezione degli studi è rappresentata nella Figura 1. Dalla ricerca nei database di Embase e Medline e dall'aggiunta delle references di interesse sono risultati 90 articoli. Rimuovendo i duplicati si è arrivati ad avere 79 articoli. A questo punto sono stati letti i titoli e gli abstract dei lavori trovati e ne sono stati selezionati 52; infine grazie alla lettura dei full text e all'applicazione dei criteri di inclusione ed esclusione si è arrivati ad avere il risultato finale di 33 articoli. Tra questi sono risultati essere presenti 26 RCT e 7 studi osservazionali.

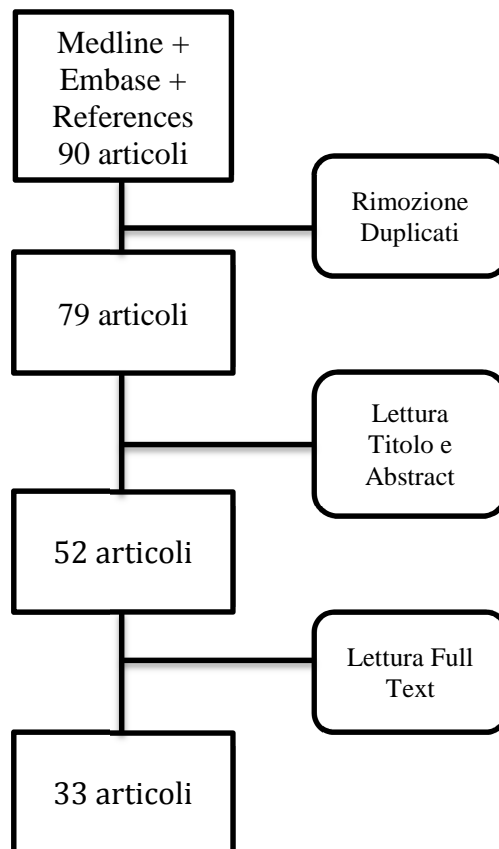


Figura 1.

3.2 Rischio di bias e livelli di evidenza

Il rischio di bias e i livelli di evidenza sono riportati nella Tabella 1. Molti studi hanno perso punti su bias di selezione e sulla cecità dello studio. Gli studi sono stati valutati tutti con livello di evidenza B (randomized control trials di qualità moderata o campione numericamente insufficiente, o altri studi comparativi come studi di coorte non randomizzati, studi caso-controllo o studi osservazionali).

3.3 Sintesi dei risultati degli studi RCT

I risultati sono riportati per le diverse variabili di EMG indagate nei 26 studi trovati: ampiezza, timing di reclutamento e fatica muscolare.

3.3.1 EMG Ampiezza muscolare

3.3.1.1 Durante il riposo. Otto studi hanno misurato l'attività del trapezio superiore durante condizioni di riposo. Sei studi mostrano accordo nell'affermare che non ci sia nessuna differenza significativa nell'ampiezza dell'EMG a riposo tra soggetti con dolore al collo e controlli sani^[26,27,28,29,30,31]. Al contrario 2 studi^[32,33] hanno mostrato differenze significative tra casi e controlli, nonostante nello studio di Szeto et al. 2009^[33] questa differenza fosse in una specifica posizione di riposo e solo in quei soggetti sintomatici che avevano mostrato un più alto punteggio alla iniziale scala sul discomfort.

Falla et al. 2004a^[11] hanno inoltre trovato che non vi era nessuna differenza significativa tra i gruppi nell'attività del trapezio superiore dell'arto sinistro, che rimaneva immobile senza svolgere alcun tipo di esercizio, mentre il braccio destro svolgeva un compito funzionale.

Infine l'ampiezza del trapezio medio ed inferiore a riposo, indagata da Wegner et al. 2010^[31], non mostrava differenze significative tra pazienti con dolore al collo e soggetti sani.

In conclusione, durante il riposo esiste una moderata evidenza che non vi sia una differenza significativa nell'ampiezza del segnale del trapezio superiore tra soggetti con dolore al collo e controlli sani. In più è presente una moderata evidenza che non vi sia

Articoli	Item 1	Item 2	Item 3	Item 4	Item 5	Item 6	Punteggio	Livello di evidenza
Andersen et al 2008	+	+	+	+	-	+	5/6	B
Andersen et al. 2014	+	+	+	+	-	+	5/6	B
Elcadi et al. 2013	+	+	+	+	-	+	5/6	B
Falla et al. 2004a	+	+	-	+	-	+	4/6	B
Falla and Farina 2005	+	+	+	+	-	+	5/6	B
Goudy and McLean 2006	+	+	-	+	-	+	4/6	B
Hallman et al. 2011	+	-	-	+	-	+	3/6	B
Helgadottir et al. 2011	+	+	+	+	-	+	5/6	B
Johnston et. Al 2008a	+	+	-	+	-	+	4/6	B
Johnston et al. 2008b	+	+	-	+	-	+	4/6	B
Kallenberg et al. 2007	+	+	+	+	-	+	5/6	B
Larsson et. al. 1999	+	+	-	+	-	-	3/6	B
Larsson et. al. 2000	+	+	+	+	-	+	5/6	B
Larsson et. al. 2008	+	+	+	+	-	-	4/6	B
Madaleine et al. 1999	+	+	+	+	-	+	5/6	B
Nilsen et al. 2006	+	+	+	+	+	+	6/6	B
Shulte et al. 2006	+	+	+	+	-	+	5/6	B
Sjogaard et al. 2010	+	+	+	+	-	+	5/6	B
Sjors et al. 2009	+	+	-	+	-	+	4/6	B
Strom et al. 2009	+	+	+	+	-	-	4/6	B
Szeto et al. 2005a	+	+	-	+	-	+	4/6	B
Szeto et al. 2005b	+	+	-	+	-	+	4/6	B
Szeto et al. 2009	+	+	-	+	-	+	4/6	B
Voerman et al. 2007	+	+	+	+	-	+	5/6	B
Wegner et al. 2010	+	+	-	+	-	+	4/6	B
Zakharova-Luneva et al. 2012	+	+	-	+	-	+	4/6	B
Park et al. 2013	+	+	+	+	-	+	5/6	B
Mork et al. 2006	+	+	+	+	-	+	5/6	B
Samani et al. 2009	+	+	+	+	-	+	5/6	B
Christensen et al. 2015	+	+	+	+	-	+	5/6	B
Shih et al. 2011	+	+	+	+	-	+	5/6	B
Weon et al. 2010	+	+	+	+	-	+	5/6	B
Falla et al. 2007	+	+	+	+	-	+	5/6	B

Tabella 1. Legenda: + presente - assente *Item 1:* i pazienti sono definiti in maniera chiara ed adeguata? *Item 2:* i controlli sono definiti in maniera chiara ed adeguata? *Item 3:* Il bias di selezione può ragionevolmente essere escluso? *Item 4:* l'esecuzione della procedura è definita chiaramente? E il metodo di misurazione è esposto adeguatamente? *Item 5:* l'esecuzione è stata effettuata in cieco? *Item 6:* sono stati individuati i maggiori fattori di confondimento? E sono stati presi in considerazione nell'analisi?

differenza nemmeno nell'attività del trapezio medio ed inferiore tra soggetti sintomatici ed asintomatici.

3.3.1.2 Attività sotto l'altezza della spalla. Sei studi hanno misurato l'attività elettromiografica del trapezio superiore durante task isometrici analitici della spalla sotto l'altezza di quest'ultima. Shulte et al. 2006^[25] hanno trovato una più bassa attività del UT in pazienti con dolore al collo durante un'elevazione sostenuta isometrica della spalla contro un trasduttore di forza (6 minuti al 30% della MVC). Hallman et al. 2011^[28] hanno trovato una maggiore attivazione del UT in pazienti con dolore al collo durante un test di presa statico e durante il Cold Pressor Test. Gli altri studi non hanno trovato differenze significative nell'ampiezza dell'attivazione del UT durante elevazioni isometriche brevi della spalla (20 secondi) misurate da un dinamometro (al 10, 30, 50 e 70% della MVC) attaccato a una barra^[34], durante un compito di mantenimento dell'arto superiore in posizione statica a 45° di flessione sul piano scapolare il più a lungo possibile^[35], durante elevazioni isometriche di spalla con incremento a step (20, 40, 60, 80 e 100N, 10 secondi ognuna^[36], e durante abduzione, flessione e rotazione esterna isometriche usando un dinamometro a varie forze (20, 50 e 100% della MVC)^[37]. Zakharova-Luneva et al. 2012^[37] hanno investigato anche l'ampiezza dell'attivazione del MT e LT durante contrazioni isometriche della spalla, come descritto in precedenza, senza trovare differenze significative tra casi e controlli per il MT, ma riportando livelli più alti di attivazione per il LT nei soggetti con dolore al collo nei movimenti di abduzione e rotazione esterna.

Undici studi hanno investigato l'ampiezza del segnale elettromiografico del UT durante compiti funzionali. Otto studi non hanno trovato differenze significative tra i due gruppi, più precisamente tre studi durante compiti di scrittura a computer^[38,30,31], due durante un compito con mouse^[39,30], due durante simulazione di compiti funzionali lavorativi^[40,41] e uno dove i soggetti dovevano muovere una penna tra tre cerchi^[42].

Due studi hanno trovato differenze significative nell'ampiezza di attivazione del UT tra pazienti con dolore al collo e controlli sani durante compiti funzionali dinamici, ma i risultati sono discordanti tra loro. Sjogaard et al. 2010^[43] hanno riscontrato maggiore attività nel UT dei casi rispetto ai controlli nell'eseguire un compito su Pegboard,

mentre Falla et al. 2004a^[11] hanno registrato una attivazione minore mentre i soggetti svolgevano un compito di segnare dei puntini a matita in tre cerchi.

Sette studi hanno infine analizzato l'ampiezza dell'attivazione del UT durante compiti stressanti, che includevano battere uno o due tasti con le dita^[29], riconoscere il più velocemente possibile il colore di una scritta^[42], eseguire un Cold Pressor Test^[28], eseguire il Trier Social Stress Test^[32], eseguire un compito con il mouse^[43,30] e battere a macchina a velocità e forza aumentate^[44].

Quattro dei sette studi non mostrano differenze significative tra i gruppi^[42,29,32,30]. Hallman et al. 2011^[28] hanno trovato una maggiore attività del UT nei soggetti con dolore al collo durante il Cold Pressor Test. Anche Sjogaard et al. 2010^[43] hanno avuto lo stesso risultato, ma Voerman et al. 2007^[30], che hanno realizzato un task simile, non hanno invece trovato differenze significative.

Infine Szeto et al. 2005b^[44] hanno ottenuto un incremento di attività nei muscoli analizzati (UT, LT, AD e CES) nei casi con dolore al collo rispetto ai controlli soprattutto durante compiti di battitura a computer con richiesta di aumento di velocità e ancor di più in quei soggetti che mostravano maggior discomfort al baseline.

Anche Wegner et al. 2010^[31] hanno investigato l'ampiezza dell'attività del MT e LT durante il lavoro a computer e hanno trovato una maggiore attivazione in soggetti con dolore al collo.

In conclusione sembra plausibile affermare che non ci siano differenze nell'attivazione del UT nelle attività sotto il livello della spalla sia per i compiti isometrici analitici che per quelli funzionali, inclusi i compiti stressanti.

Per il LT ci sono alcune evidenze che supportano la presenza di una maggiore attivazione nei soggetti che presentano dolore al collo, mentre invece ancora scarse e discordanti sono le evidenze per quanto riguarda l'attivazione del MT.

3.3.1.3 Attività overhead. Tre studi hanno investigato compiti analitici overhead. Andersen et al. 2008^[27] ha indagato l'ampiezza dell'attività del UT durante movimenti di abduzione della spalla isocinetiche e ha riscontrato una minor attivazione del UT nei pazienti con dolore al collo rispetto a controlli sani per quanto riguardava le contrazioni eccentriche lente e le contrazioni statiche. Durante le contrazioni concentriche veloci non sono state trovate differenze tra i due gruppi. Larsson et al. 1999^[45] non ha

riscontrato nessuna differenza tra casi e controlli nell'attività del UT durante elevazioni statiche dell'arto superiore sul piano scapolare a 30, 60, 90 e 135°. Questi risultati concordano con quelli di dello studio di Goudy and McLean 2006^[35]. Solo uno studio, Falla and Farina 2005^[46] ha indagato l'ampiezza dell'attivazione del UT durante un compito overhead dinamico e funzionale. È stata riscontrata una maggiore attività del UT nei soggetti con dolore al collo solo durante una parte specifica del compito (nell'intervallo tra il 60 e il 90% del tempo di mantenimento della prova che consisteva nel tambureggiare le mani tra target posizionati a livello medio sulla coscia e a 120° di flessione di spalla).

Nessuno studio ha misurato l'ampiezza per quanto riguarda il MT e LT durante attività overhead.

Concludendo, durante compiti overhead, non è possibile giungere a dei risultati precisi in quanto vi sono evidenze discordanti sull'ampiezza dell'attività del UT comparata tra soggetti con dolore al collo e controlli sani.

3.3.2 EMG Timing di reclutamento

Solo uno studio^[47] è stato condotto sul timing di reclutamento dei muscoli della scapola in pazienti con dolore al collo. Gli autori hanno visto un ritardo e una minor durata nell'attivazione del SA durante l'elevazione dinamica unilaterale dell'arto superiore. Non vi erano differenze significative tra i muscoli del trapezio tra soggetti con dolore al collo e controlli sani.

In conclusione, vi è ragionevole evidenza che nei pazienti con dolore al collo idiopatico vi sia un ritardo e una minor durata di attivazione del SA durante l'elevazione unilaterale dell'AS rispetto ai controlli sani.

3.3.3 EMG Fatica muscolare

Nove studi hanno indagato la Mean Power Frequency (MPF) e la Median Power Frequency (MDF) dell'UT tra controlli sani e soggetti con dolore al collo.

Cinque studi non hanno trovato differenze significative tra i pazienti con dolore al collo e i controlli sani durante compiti di fatica^[26,34,48,25,43].

Gli altri quattro studi hanno trovato differenze significative, ma i risultati sono tra loro non concordanti.

Larsson et al. 1999^[45] riporta valori significativamente minori di MPF e suggerisce un incremento accelerato della fatica nel muscolo più dolente del soggetto sintomatico mentre sorregge un chilo di peso con l'arto superiore elevato a 45° in maniera statica.

Contrariamente Madeleine et al. 1999^[41] mostra valori significativamente più alti di MPF nei pazienti con dolore al collo rispetto a chi non lo accusa durante una simulazione di una situazione reale di lavoro.

Falla and Farina 2005^[46] mostrano differenze significative nell'MPF per una parte del compito (battere le mani sul tavolo per 5 minuti); i pazienti con dolore al collo mostravano valori significativamente minori durante l'intervallo tra il 70 e il 90% del compito di endurance.

Kallenberg et al. 2007^[36] riporta anch'esso una differenza significativa tra i gruppi per i valori di MPF per una parte del compito (elevazione isometrica sostenuta di spalla) e conclude che i casi mostrano una risposta mioelettrica alla fatica del compito meno accentuata dei controlli.

In conclusione non ci sono quindi evidenti prove per la comparazione dei parametri EMG di fatica muscolare tra pazienti con dolore al collo idiopatico e controlli sani a causa della grossa varianza dei compiti e dei risultati contrastanti riportati.

3.4 Sintesi dei risultati studi osservazionali

Sono stati individuati sette studi osservazionali nella ricerca bibliografica; la variabile EMG studiata in tutti gli articoli riguardava l'ampiezza dell'attivazione dei muscoli scapolari analizzati.

3.4.1 Ampiezza

3.4.1.1. Attività sotto l'altezza della spalla. Due studi hanno indagato l'ampiezza del segnale EMG in attività al di sotto del livello della spalla, entrambi per quanto riguarda il trapezio superiore. Park et al. 2013^[49] hanno indagato soggetti che lavoravano al computer almeno 3,5 ore al giorno e gli hanno fatto svolgere un compito di battitura per 20 minuti analizzando l'attività EMG del UT; si verificava un aumento dell'attività dopo i primi 5 minuti ed un ulteriore incremento a 10 minuti, mentre invece dopo 15 minuti non si registravano ulteriori incrementi rispetto al time point precedente.

Samani et al. 2009^[50] hanno invece indagato l'ampiezza del segnale EMG in quattro diverse parti del UT in soggetti sani prima e dopo induzione di dolore sperimentale, facendo eseguire un compito di battitura in 4 sessioni da 2 minuti, intervallate da pause attive (30% della MVC) e passive. Hanno registrato una maggiore attivazione muscolare della parte ascendente e trasversa del UT e una condizione di riposo minore del UT in presenza di dolore sperimentale.

Sembra quindi in generale che durante il lavoro a computer si abbia un maggior incremento dell'ampiezza di attivazione di parti del UT e che questo avvenga in misura maggiore in chi sperimenta dolore acuto al collo.

3.4.1.2. Attività overhead. Quattro studi hanno indagato l'ampiezza del segnale EMG in attività overhead. Falla et al. 2007^[51] hanno iniettato soluzione salina in soggetti sani e hanno visto come si andava a modificare l'ampiezza EMG del UT durante elevazioni ripetute dell'arto superiore sul piano scapolare, riscontrando una diminuzione dell'attività del UT e un aumento di quella del LT nel lato iniettato, mentre nel lato controlaterale andava ad aumentare l'ampiezza EMG del UT.

Shih et al. 2011^[52] hanno analizzato soggetti con dolore al collo da almeno tre mesi dividendoli in tre gruppi a seconda del lato del dolore (dominante, non dominante, bilaterale) e indagando se vi fossero differenze nell'ampiezza di EMG del UT e dello sternocleidomastoideo nei vari gruppi durante l'elevazione dell'arto superiore sul piano scapolare. Nessuna differenza è stata riscontrata nell'EMG fra i tre gruppi.

Christensen et al. 2015^[53] hanno indagato l'alterazione di ampiezza dell'EMG nei muscoli scapolari (UT, LT, MT, SA, obliquo esterno, deltoide anteriore ed erettori spinali) pre e post iniezione di soluzione isotonica per alcuni soggetti e ipertonica per altri, facendo poi eseguire elevazioni di spalla sul piano scapolare a differenti ritmi; dallo studio è risultato come l'EMG non si modifica nei soggetti iniettati con soluzione isotonica, mentre nei soggetti iniettati con soluzione ipertonica si verifica una diminuzione di attivazione del UT e un incremento del deltoide anteriore e dell'obliquo esterno controlaterali.

Infine Weon et al. 2010^[54] hanno indagato le alterazioni di ampiezza dell'EMG nei muscoli UT, LT ed SA in due gruppi di soggetti sani, uno con Forward Head Posture (FHP) e l'altro con Normal Head Posture (NHP), facendogli eseguire delle flessioni

isometriche di spalla sul piano sagittale a 30, 60, 90 e 120°; lo studio ha evidenziato come nella FHP rispetto alla NHP vi sia un incremento di attivazione del UT e LT e una riduzione di quella del SA.

In conclusione sembra quindi che sia il dolore acuto che alcuni tipi di postura, come la FHP, possano dar vita ad una riorganizzazione dell'attivazione muscolare in soggetti che svolgono attività overhead.

3.4.1.3. Attività lavorative e tempo libero. Un unico studio^[55] ha indagato le alterazioni di ampiezza EMG del UT in soggetti con dolore al distretto spalla/collo durante l'attività lavorativa paragonandola a quella del tempo libero. I risultati ottenuti mostrano come l'attività del UT diminuisca durante il tempo libero rispetto che durante il lavoro, ma solo nel sottogruppo di soggetti che riferiva maggiore dolore al baseline, mentre questo risultato non si riproponeva nel gruppo con dolore riferito intermedio.

Concludendo, questa diversità può far pensare che vi possano essere diversi meccanismi nel mantenimento del dolore nei due sottogruppi.

4. DISCUSSIONE

4.1. Studi RCT

4.1.1. Ampiezza

Dai risultati della revisione è emerso che non ci sono differenze significative nell'ampiezza di attivazione del UT in pazienti con dolore al collo comparati con controlli sani per quanto riguarda la condizione di riposo e durante attività sotto l'altezza della spalla. L'alta prevalenza di dolore cronico al collo associato ad attività statiche che richiedono posture mantenute dell'arto superiore non sembra quindi essere associata con differenze di attivazione elettromiografiche del UT. Questo potrebbe essere ipoteticamente spiegato dal fatto che serva una relativa minima attivazione del UT per mantenere queste posizioni (comunemente meno del 5% della Maximal Voluntary Electrical Activation MVE, secondo Veiersted and Westgaard 1993^[56]) e che vi sia una larga variabilità inter-soggetto per quanto riguarda i dati EMG.

Quando si comparano le attività elettromiografiche di MT e LT tra soggetti con dolore al collo e soggetti asintomatici, i risultati durante situazione di riposo combaciano con quelli del UT. Per quanto riguarda le attività al di sotto dell'altezza della spalla tre studi hanno trovato delle differenze in questi due muscoli, con una maggiore attivazione nei casi rispetto ai controlli. Questi studi includevano però nel gruppo sperimentale solo soggetti con una disfunzione della scapola associata, mentre nel gruppo di controllo questa sintomatologia non doveva essere presente. Non è quindi possibile capire se queste differenze di attivazione del MT e LT siano dovute al dolore al collo o alla disfunzione scapolare. Sono necessari quindi ulteriori studi per indagare la relazione tra l'orientamento della scapola e l'attività muscolare della scapola in pazienti con dolore al collo.

Durante le attività overhead vi sono risultati molto discordanti tra loro (maggiore, minore o uguale attivazione) per quanto riguarda il confronto di attivazione del UT tra soggetti con dolore al collo e controlli sani. Si possono formulare diverse ipotesi sul perché di questi risultati così discordanti, come ad esempio il fatto che il reclutamento dei muscoli di scapola dipenda dal compito richiesto e da quanto questo compito sia più o meno pesante da eseguire per il soggetto; o ancora a causa del grado di elevazione di

spalla a cui si richiede lo sforzo. Queste variabili potrebbero influire sul reclutamento, e di conseguenza sull'ampiezza del segnale elettromiografico, dei muscoli scapolari indagati nei due gruppi. In generale ad ogni modo, i risultati suggeriscono che vi possono essere alterazioni dell'ampiezza del segnale durante attività overhead in alcuni soggetti con dolore al collo e che questo possa essere una possibile strada da percorrere per provare a diminuire il loro dolore.

4.1.2. Timing

Solo lo studio di Helgadottir et al. 2011^[47] indaga il timing dei muscoli scapolari in soggetti con dolore al collo idiopatico e mostra un ritardo e una minor durata di attivazione del SA in presenza di dolore al collo.

Questo potrebbe essere un fattore che altera la normale sinergica relazione tra i muscoli trapezio e SA. Già altri studi sono stati svolti su questo argomento in chi riportava disordini di spalla^[57] supportando l'ipotesi che vi possa essere un'alterata attività del SA come risposta generale a una condizione di dolore cronico al distretto spalla/collo^[58].

Nonostante questi primi risultati sono necessari comunque maggiori studi sul timing dei muscoli scapolari in chi presenta dolore al collo per arrivare a delle conclusioni di maggiore rilevanza.

4.1.3. Fatica

Nonostante la fatica muscolare percepita al trapezio superiore sia spesso riportata da soggetti con dolore al collo, non è possibile trarre conclusioni sulle possibili differenze di fatica nei muscoli scapolari tra pazienti con dolore al collo e soggetti asintomatici. Maggiori studi saranno necessari per fare maggiore chiarezza sull'argomento.

4.2. Discussioni generali

In generale, l'assenza di chiare differenze e similitudini per i parametri EMG tra pazienti con dolore al collo e controlli sani è spiegabile dal fatto che non tutti i soggetti con dolore al collo reagiscono allo stesso modo e dal fatto che non tutti gli studi presenti in questo elaborato presentavano la stessa metodologia.

Ci sono vari pattern di attivazione muscolare in presenza di dolore e la relazione tra queste due componenti è molto complessa.

In più il dolore non è uno stato continuo ma può essere visto in diverse forme (discomfort, fatica, acuto, sub-acuto, cronico) che potrebbero modificare i meccanismi adattativi.

Nei risultati trovati nella revisione, in accordo con la teoria di Hodges and Tucker 2011^[59], non si può trovare una risposta stereotipata nel cambiamento dell'attività muscolare nelle varie condizioni di dolore. Secondo la loro teoria ogni individuo reagisce in maniera differente al dolore e mostra un diverso reclutamento muscolare con lo scopo di proteggere la parte colpita da ulteriore dolore e lesioni. Ciò nonostante le alterazioni individuali vanno prese in considerazione sempre perché potrebbero creare conseguenze maladattative a medio-lungo termine.

Altro punto da analizzare sono poi i criteri metodologici dei vari studi; nonostante tutti i soggetti inclusi come casi riportassero dolore idiopatico al collo, ogni studio aveva poi criteri di inclusione/esclusione diversi tra loro; questo ha portato ad avere una grande varietà di partecipanti.

È ipotizzabile che esistano sottogruppi di soggetti con dolore al collo che abbiano pattern di attivazione muscolare corrispondenti tra loro.

Per quanto riguarda i soggetti inclusi nello studio sono stati reclutati molti lavoratori d'ufficio, ma anche molti soggetti con lavori specifici e aspecifici; questo potrebbe essere stato un altro potenziale fattore di alterazione delle risposte elettromiografiche analizzate, così come ci potrebbero essere delle similitudini nei pattern di attivazione tra lavoratori con simili mansioni che andrebbero maggiormente indagate.

I campioni tra i vari studi risultavano inoltre molto diversi e in generale non molto alti (12 studi avevano campioni con meno di 20 soggetti); questo potrebbe spiegare il perché in alcuni studi si è visto un trend che magari poi si rilevava essere non significativo. Altri studi sarebbero quindi necessari con campioni di popolazione maggiori.

Altro limite degli studi analizzati riguarda la normalizzazione dei dati EMG, presente in alcuni studi e mancante in altri, ed inoltre non sempre la medesima in tutti gli studi; questo potrebbe aver influito sui risultati. Sarebbero necessari un maggior numero di studi metodologici che trovino la modalità più corretta per normalizzare i dati EMG così da uniformare il più possibile i risultati degli studi condotti.

Infine nella maggior parte degli studi riportati veniva indagato solo il trapezio superiore, mentre risulterebbe interessante in futuro avere un più alto numero di studi che analizzino gli altri muscoli coinvolti nel movimento e nella fissazione della scapola (SA, MT, LT, Romboidi, Piccolo Pettorale).

In conclusione, per quanto riguarda l'ampiezza dell'EMG, non esistono differenze chiare nell'attivazione del UT tra soggetti con dolore idiopatico al collo e controlli sani, sia durante una condizione di riposo, sia durante attività sotto il livello della spalla.

Per quanto riguarda invece le attività overhead non si possono trarre chiare conclusioni sull'ampiezza elettromiografica del distretto scapolare a causa della grande variabilità nei risultati riportati dagli studi. Le strategie di adattamento durante attività overhead non sembrano essere le stesse nei vari studi riportati.

Solo un articolo ha analizzato il timing dei muscoli scapolari concludendo che sembra essere presente un ritardo e una minor durata di attivazione del SA durante il movimento di elevazione in soggetti con dolore idiopatico al collo.

Per quanto riguarda infine la fatica muscolare nel distretto scapolare, non possono essere tratte conclusioni definitive poiché vi sono una grande variabilità e risultati contrastanti tra i vari studi.

Futuri studi con migliore qualità di indagine elettromiografica e maggiore numerosità campionaria e che indaghino maggiormente tutti i muscoli del distretto scapolare sono quindi necessari per trarre conclusioni su come reagiscano i muscoli scapolari in presenza di dolore al collo idiopatico.

AUTORE E ANNO	PAZIENTI STUDIATI	MUSCOLI ANALIZZATI	GESTI O MOVIMENTI RICHIESTI	OUTCOME ANALIZZATI NELLO STUDIO	RISULTATI EMG (ampiezza, timing e fatica)	NORMALIZZAZIONE
Szeto et al. 2005	Lavoratrici di ufficio. 23 donne, dolore al collo da più di 3 mesi e presente per almeno i 7 giorni precedenti 20 donne, asintomatiche nei precedenti 7 giorni e con storia di dolore < 3 mesi nel corso dell'anno	CES, UT, LT, AD	3 prove di MVC isometriche di 5 sec 1 prova submassimale al 30% della MVC per ogni muscolo analizzato Battere a macchina	RMS DISCOMFORT (Standardized Nordic Questionnaire)	EMG aumenta per UT nei casi rispetto ai controlli e nei CES per i controlli rispetto ai sani. Nei casi chi ha > discomfort aumenta significativamente EMG UT	Si (Aaras et al. 1996)
Madaleine et al. 1999	Lavoratori industria del pesce 12 casi con dolore al collo per almeno 3 sui 12 mesi dell'anno 10 casi sani iniettati con soluzione salina nel UT e AD e MD 6 controlli senza dolore	UT, AD, MD, IS	Simulazione di lavoro su un bancone di pulizia del pesce	RMS MPF FORCE PLATFORM KINEMATICS RECORDING CUTTING FORCE RECORDINGS EVENTS TIMING	EMG del UT e del AD e MD diminuisce nei soggetti iniettati con soluzione salina e aumenta EMG del IS. Valori di fatica muscolare crescevano nei muscoli iniettati con soluzione salina.	No
Shih et al. 2011	30 soggetti con dolore al collo almeno da 3 mesi. Divisi in 3 gruppi in base alla localizzazione del dolore (lato dominante, lato non dominante e bilaterale).	UT, SCM (capo sternale)	Elevazione AS sul piano scapolare bilateralmente per 3 ripetizioni.	RMS	No differenze significative nell'EMG fra i 3 gruppi	No

Christensen et al. 2015	24 volontari sani (12 F). 12: soluzione isotonica nello splenio del capo. 12: soluzione ipertonica nello splenio del capo	Serratus anterior, upper trapezius, middle trapezius, lower trapezius, anterior deltoid, external oblique, erector spinae.	Elevazione AS sul piano scapolare (3 movimenti prima veloci e poi lenti, da performare quando si sente un "beep")	RMS Soglia di dolore pressorio su collo, zona temporale e estensore radiale breve del carpo Likert scale (misura la difficoltà soggettiva del pz di abduire il braccio)	L'EMG non si modifica nei pazienti a cui è stata iniettata la soluzione isotonica L'EMG mostra una correlazione tra il dolore al collo e la riorganizzazione dei muscoli del tronco e della spalla nei pazienti a cui è stata iniettata la soluzione ipertonica. (diminuita attivazione del UT e aumentata attivazione del Deltoido omolaterale e Obliquo esterno controlaterale.)	Si
Park et al. 2013	14 uomini che lavorano al computer per una media di 3,5h	UT	20 min di lavoro a computer. Elevazione AS sul piano scapolare fino a 90° con mantenimento della posizione per 3sec. Due prove.	RMS Soglia di dolore pressorio su upper trapezius Inclinometro per misurare la posizione della scapola	L'EMG mostra un incremento dell'attività del trapezio superiore dopo i primi 5 minuti e un'ulteriore incremento a 10 minuti. Dopo 15 minuti non si registrano ulteriori incrementi rispetto al time point precedente.	No
Wegner et al. 2010	20 soggetti sani 18 soggetti con dolore al collo e alterata postura della scapola	UT, MT, LT	Compito di battitura al computer con e senza correzione della posizione della scapola	RMS	EMG MT aumentata e del LT diminuita nei casi rispetto ai controlli. Con correzione della scapola attivazione più simile ai controlli sani.	Si
Falla et al 2007	9 soggetti sani iniettati con soluzione salina	UT, MT, LT	Elevazioni ripetute dell'AS	AVR NRS	EMG UT diminuisce nel lato iniettato con soluzione ipertonica, mentre aumenta quella del LT. Aumenta UT del lato controlaterale mano a mano che si prosegue con il compito.	Si
Mork et al. 2006	118 donne, operatrici di pc, segretarie, operatrici sanitarie con dolore spalla/collo nei precedenti 6 mesi	UT	Registrazioni EMG al lavoro e durante tempo libero.	%EMGmax VAS	Attività UT diminuisce tra lavoro e tempo libero, ma solo nel gruppo che riferiva più dolore al baseline, nel gruppo intermedio non varia. Ipotesi di due meccanismi diversi per mantenimento del dolore.	Si

Szeto et al. 2005	Donne lavoratrici d'ufficio 21 casi (dolore per 3 su 12 mesi e nei 7 giorni precedenti allo studio a collo per lavoro al pc) e 20 controlli.	Bilateralmente CES, UT, LT, AD	3 compiti di battitura: velocità e forza normali velocità aumentata (20%) forza aumentata (20%)	RMS Discomfort	EMG dei vari muscoli aumenta maggiormente nel gruppo dei casi, soprattutto nel compito di aumento della velocità. I soggetti più sintomatici (maggior discomfort al baseline) hanno maggiore attivazione.	Si
Samani et al. 2009	12 soggetti sani senza e con induzione di dolore sperimentale	4 parti diverse dell'UT	Battere a computer 4 sessioni da 2 minuti con pause attive (30% MVC) e passive	RMS	Maggiore attivazione della parte ascendente e trasversale dell'UT e una condizione di riposo minore dell'UT in presenza di dolore sperimentale. Incremento di attività con le pause attive rispetto alle pause passive.	Si
Strom et al. 2009	Lavoro al computer. 24 soggetti con dolore spalla/collo più di 2/3 giorni a settimana nelle precedenti 4 settimane 28 controlli senza dolore	UT	90 minuti di battitura a computer per correggere un testo word prestabilito	RMS	Non vi erano differenze nell'attivazione dell'UT tra i due gruppi	Si
Nilsen et al. 2006	29 soggetti con dolore spalla/collo per più di 3 mesi nell'ultimo anno, con tender o trigger locali. 35 controlli	UT	Primo task (funzionale) Trovare una posizione confortevole con braccia appoggiate sul tavolo (5 min) Secondo task (stress mentale) Rispondere a Vero/Falso a tempo con mouse a domande sul monitor	RMS	Non vi erano differenze tra i due gruppi nei vari task.	No

Johnston et al. 2008	85 donne, lavoro al pc da almeno 2 anni per più di 4h al giorno. Divise in 3 gruppi di dolore con NDI score (no dolore, lieve, moderato) 22 controlli non lavoratori	UT	Task di copiatura (5 min) Task di battitura con stress (indovinare colore della scritta sulla schermata più velocemente possibile)	RMS	Maggiore attivazione dell'UT in chi aveva dolore rispetto ai controlli. Non differenze significative di attivazione tra i vari gruppi di dolore dei casi.	Si
Johnston et al. 2008	85 donne, lavoro al pc da almeno 2 anni per più di 4h al giorno. Divise in 3 gruppi di dolore con NDI score (no dolore, lieve, moderato) 22 controlli non lavoratori	UT	Muovere una penna col braccio dominante tra 3 cerchi a 88 giri al minuto (5 min), con l'altro avambraccio appoggiato alla scrivania.	RMS	Maggiore attivazione dell'UT in chi lavora rispetto ai controlli per l'arto dominante. Non differenze significative di attivazione tra i vari gruppi di dolore dei casi.	Si
Falla et al 2004	10 soggetti con dolore ideopatico al collo da più di 3 mesi, con associato disfunzione cervicale. 10 controlli sani.	UT	Penna puntatrice da muovere lungo 3 cerchi in senso antiorario con braccio destro (dominante) a 88 giri al minuto per 2,5 min, braccio sx appoggiato alla scrivania	RMS	Diminuita attivazione UT in chi ha dolore al collo rispetto ai controlli al braccio dx a 10, 60 e 120 secondi, ma non dopo esercizio. Uguale attivazione dell'UT per braccio sx tra casi e controlli, anche dopo esercizio.	Si
Falla and Farina 2005	19 soggetti con dolore cronico al collo da almeno 1 anno 9 controlli sani	UT	Battere le mani in maniera ciclica tra obiettivi posti a mezza coscia e a 120° di flessione di spalla, a tempo di 88 battiti al minuto per 5 minuti.	RMS MNF	Maggiore attivazione dell'UT dei casi rispetto ai controlli nell'intervallo di tempo compreso tra il 60 e il 90% del compito. Minore fatica dei casi rispetto ai controlli nell'intervallo di tempo compreso tra il 70 e il 90% del compito.	Nessuna Informazione

Goudy and McLean 2006	24 soggetti lavoratori a computer con diagnosi di mialgia all'UT 27 controlli sani	UT	Tenere il braccio sollevato sul piano scapolare prima a 45° e poi a 90°	RMS	Uguale attivazione tra casi e controlli in entrambi i task motori.	Si
Larsson et al. 2000	Lavoratori nel campo delle pulizie 25 soggetti con mialgia dell'UT per più di 30 giorni l'anno precedente 25 soggetti sani	UT	150 flessioni dinamiche anteriori di spalla massimali con un dinamometro isocinetico.	MPF	Fatica dell'UT uguale nei casi e nei controlli.	Nessuna informazione.
Voerman et al. 2007	20 soggetti con dolore muscolo-scheletrico legato al lavoro, con dolore a spalla/collo per più di 30 giorni nell'ultimo anno, inclusi gli ultimi 7 giorni e che associano il dolore al lavoro al computer. 20 soggetti sani.	UT	Task 1 Battere al computer 10 min bilateralmente + schiacciare il mouse con arto dominante 10 min Task 2. 4 Abduzioni sul piano orizzontale fino 90° bilateralmente in 15 sec. Misurazioni a riposo tra i due compiti di stress (2 min) e alla fine dei compiti (5 min)	RMS	Attivazione UT uguale tra i due gruppi.	No
Weon et al. 2010	21 soggetti sani.	UT, LT, SA	Flessione isometrica sul piano sagittale arto dx (a 30°, 60°, 90° e 120°) in forward head posture (FHP) e in normal head posture (NHP).	RMS	In FHP UT e LT aumentano l'attività a 30°, 60°, 90° e 120° rispetto a NHP. In FHP SA diminuisce l'attività a 30°, 60°, 90° e 120° rispetto a NHP	Si (Kendall et al. 2005)

Helgadottir et al. 2011	22 soggetti con IONP (insidious onset neck pain) 27 soggetti con WAD grade II 23 soggetti asintomatici	SA, UT, MT, LT	Elevazione dell'arto sul piano scapolare	RMS VAS NDI	Nei soggetti con neck pain il SA ha ritardo di attivazione e durata di attività minore rispetto ai sani. No differenze tra i due gruppi di neck pain. UT, MT, LT non mostrano differenze tra i casi e i controlli. Correlazione tra EMG del SA e NDI e VAS non è significativa.	No
Zakharova-Luneva et al. 2012	18 pazienti con storia di dolore al collo > 3 mesi, score NDI > 15/100 e disfunzione scapolare dal lato sintomatico. 20 soggetti sani.	UT, MT, LT	3 task isometrici di spalla misurati con dinamometro (abduzione, flessione ed extrarotazione) a 3 diverse intensità (3 alla MVC per 5 sec, 3 al 50% della MVC per 10 sec e 3 al 20% della MVC per 10 sec)	RMS	Per tutti i movimenti nessuna differenza tra UT e MT tra casi e controlli. Per il LT aumentava l'attivazione nei casi durante il movimento di abduzione e di rotazione esterna, ma non durante quello di flessione.	No
Andersen et al. 2008	Lavoratrici d'ufficio. 42 soggetti con diagnosi di mialgia cronica al trapezio. 20 controlli.	UT	Testate a riposo. Task motorio Abduzione isometrica di spalla (15° dal piano frontale) a diverse velocità (contrazione concentrica lenta 60°/s, contrazione concentrica veloce 180°/s, contrazione eccentrica lenta 60°/s-1, contrazione statica 75°)	RMS	A riposo nessuna differenza tra casi e controlli. Minore attivazione del UT dei casi rispetto ai controlli per contrazione concentrica lenta, eccentrica lenta e statica. Uguale attivazione per contrazione concentrica veloce tra casi e controlli.	Nessuna informazione
Szeto et al. 2009	Lavoratrici d'ufficio 39 soggetti con dolore al collo cronico. 34 controlli sani.	UT	2 condizioni di riposo: con i palmi rivolti verso il pc. con i palmi su una tastiera.	RMS Discomfort Scale	La posizione con mani sulla tastiera incrementava in maniera significativa l'attività dell'UT nei casi con alto discomfort. I controlli non mostrano alcuna differenza tra le due posture di riposo.	Si

Andersen et al. 2014	Lavoratrici di ufficio. 42 soggetti con diagnosi di mialgia cronica al trapezio. 20 controlli sani.	UT	100 cicli continuativi di elevazioni isometriche di spalla di 2 secondi alla MVC seguite da 2 secondi di pausa.	RMS MPF	Nessuna differenza nell'attivazione dell'UT tra casi e controlli durante il riposo. Durante la contrazioni nessuna differenza nella fatica dell'UT tra casi e controlli.	No
Elcadi et al. 2013	Lavoratori d'ufficio, igienisti dentali e da fattorie. 18 soggetti con dolore o discomfort associati al lavoro al collo/spalla/avambraccio destro. 17 controlli sani.	UT	Elevazioni isometriche di spalla con braccio destro a differenti intensità (10%, 30%, 50%, 70% e 100% della MVC) con durata 20 secondi e 2 minuti di riposo tra ogni contrazione.	RMS MPF	Nessuna differenza nell'attivazione dell'UT tra casi e controlli. Nessuna differenza nella fatica dell'UT tra casi e controlli	Si
Hallman et al. 2011	23 soggetti con mialgia del trapezio. 22 controlli sani.	UT	Testate a riposo. Test di Hand Grip (HGT) statico al 30% della MVC. Cold pressor task. (CPT)	RMS	Durante il riposo nessuna differenza nell'attivazione dell'UT tra casi e controlli. Durante HGT e CPT maggiore attivazione dell'UT dei casi rispetto ai controlli.	Si
Kallenberg et al. 2007	Lavoratori al computer. 10 soggetti che lavorano al computer più di 20 ore alla settimana con dolore al collo/spalla più di 30 giorni all'anno.	UT	Elevazioni di spalla con contrazioni ad incremento crescente (5 volte per 10 secondi a 20, 40, 60, 80 e 100 N) e contrazioni isometriche sostenute (40 N per 15 minuti) seguite da altre contrazioni ad incremento crescente.	RMS MDF MPF	Durante le contrazioni ad incremento crescente: non vi erano differenze nell'attivazione dell'UT tra casi e controlli. La MDF nei casi aumentava, mentre nei controlli diminuiva tra la prima e la seconda serie. Durante la contrazione isometrica sostenuta: la MDF dell'UT dei controlli diminuiva e quella dei casi rimaneva costante nel tempo. La fatica dell'UT dei casi era minore che quella dei controlli.	Nessuna informazione

Larsson et al. 1999	46 soggetti con dolore al collo da lungo periodo e inabilità a lavorare. 20 controlli sani.	UT	Elevazioni simmetriche e statiche del braccio ad incremento crescente sul piano scapolare a 30, 60, 90 e 135° con un peso da 1 kg in mano (1 minuto con 1 minuto di sosta tra le contrazioni). Alla fine test di fatica con braccia elevate a 45° tenendo un peso da 1 kg (3 volte per 10 minuti)	RMS MPF	L'attivazione dell'UT risultava uguale nei casi e nei controlli. La fatica nei casi risultava minore che nei controlli.	Nessuna informazione
Larsson et al. 2008	Lavoratori di fabbrica. 20 soggetti con dolore collo/spalla uni o bilaterale (moderato o severo >4/10 che durasse da almeno 90 giorni e che fosse presente da spesso a sempre negli ultimi 30 giorni). 20 controlli sani.	UT	Registrata l'attività nel lato dominante durante una giornata di lavoro di 8 ore con task pesanti e ripetitivi.	RMS	Nessuna differenza nell'attivazione dell'UT tra casi e controlli.	Si
Shulte et al. 2006	Lavoratori con computer, almeno 20 ore a settimana 7 soggetti con mal di collo/spalla al lato dominante dipendente dal lavoro avuto almeno 30 giorni durante l'ultimo anno. 9 controlli sani.	UT	Contrazione isometrica mantenuta di elevazione di spalla bilaterale per 6 minuti al 30% della MVC.	RMS MDF	L'attivazione dell'UT nei casi risultava minore che nei controlli. Non vi erano differenze nella fatica tra casi e controlli	Si

Sjogaard et al. 2010	<p>Lavoratori con compiti ripetitivi.</p> <p>43 soggetti, età tra 30-60 anni, con mialgia al trapezio, dolore o discomfort nella regione collo/spalla per più di 30 giorni durante l'anno precedente, almeno una volta la settimana, con intensità di almeno 2/10.</p> <p>19 controlli sani.</p>	UT	<p>Compito di battitura unilaterale per 40 minuti.</p> <p>Compito di stress col mouse (indovinare colori allo schermo) con lo stesso lato per 10 minuti</p>	<p>RMS</p> <p>MPF</p>	<p>Per entrambi i compiti l'attivazione dell'UT dei casi era maggiore che quella dei controlli.</p> <p>La fatica dell'UT per entrambi i compiti tra casi e controlli non era differente.</p>	Si
Sjors et al. 2009	<p>18 donne con mialgia cronica al trapezio più dolore al trapezio discendente durante i precedenti 7 giorni e più di 3 mesi nell'ultimo anno.</p> <p>30 controlli sani.</p>	UT	<p>20 minuti al baseline.</p> <p>Lavoro a basso carico per 100 minuti: 2 stazioni standardizzate con lato dominante/maggior dolore.</p> <p>Trier Social Stress Test (TSST) 20 minuti</p> <p>80 minuti di riposo</p>	RMS	<p>Al baseline l'attivazione dell'UT nei casi era maggiore di quella dei controlli.</p> <p>Durante l'intero esperimento l'attivazione era simile nei due gruppi.</p> <p>Durante il TSST l'attivazione era simile nei due gruppi.</p>	No informazioni chiare.

5. KEY POINTS

- Durante il riposo e le attività sotto il livello della spalla non esistono chiare differenze di attività medie del Trapezio Superiore (UT) tra soggetti con dolore idiopatico al collo e i soggetti sani.
- Durante le attività overhead non si possono trarre conclusioni per quanto riguarda l'ampiezza del segnale elettromiografico a causa dell'ampia variabilità dei risultati. Le strategie di adattamento durante le attività overhead non sono le stesse tra i vari studi.
- Per quanto riguarda il timing di attivazione dei muscoli scapolari è stato trovato solo uno studio che ha registrato un ritardo e una più breve attivazione del Serrato Anteriore (SA) durante il movimento di elevazione nei soggetti con dolore al collo idiopatico.
- Per quanto riguarda la fatica muscolare non possono essere tratte conclusioni definitive a causa dell'ampia variabilità e della discordanza tra i vari studi analizzati.
- Futuri studi EMG sui muscoli scapolari (non esclusivamente sul UT) con migliore qualità sono necessari per capire e trarre conclusioni su come i muscoli scapolari reagiscano in presenza di dolore idiopatico al collo.

6. BIBLIOGRAFIA

1. Hogg-Johnson S, van der Velde G, Carroll LJ, Holm LW, Cassidy JD, Guzman J, et al. The burden and determinants of neck pain in the general population: results of the Bone and Joint Decade 2000–2010 Task Force on Neck Pain and its Associated Disorders. *Spine (Phila Pa 1976)* 2008;33:S39–51.
2. Bot SD, van der Waal JM, Terwee CB, van der Windt DA, Schellevis FG, Bouter LM, Dekker J. Incidence and prevalence of complaints of the neck and upper extremity in general practice. *Ann Rheum Dis.* 2005 Jan;64(1):118-23.
3. Haldeman S, Carroll L, Cassidy JD, Schubert J, Nygren A The Bone and Joint Decade 2000 –2010 Task Force on Neck Pain and Its Associated Disorders *Eur Spine J* (2008) 17 (Suppl 1): S5-S7 DOI 10.1007/s00586-008-0619-8
4. Jensen C, Nilsen K, Hansen K, Westgaard RH Trapezius muscle load as a risk indicator for occupational shoulder-neck complaints. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology* 1993 64, 415–423.
5. Linton SJ A review of psychological risk factors in back and neck pain. *Spine* 2000 25 (9), 1148–1156.
6. Westgaard RH Effects of physical and mental stressors on muscle pain. *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health* 1999 25 (4), 19–24.
7. Waersted M Human muscle activity related to non-biomechanical factors in the workplace. *European Journal of Applied Physiology* 2000 83, 151–158.
8. Sjogaard G, Lundberg U, Kadefors R The role of muscle activity and mental load in the development of pain and degenerative processes at the muscle cell level during computer work. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology* 2000 83, 99–105.
9. Moon S, Sauter S *Beyond Biomechanics: Psychological Aspects of Musculoskeletal Disorders on Office Workers.* Taylor & Francis 1996, London.

10. Cagnie B, Dolphens M, Peeters I, Achten E, Cambier D, Danneels L. Use of muscle functional magnetic resonance imaging to compare cervical flexor activity between patients with whiplash-associated disorders and people who are healthy. *Phys Ther* 2010;90:1157–64.
11. Falla D, Bilenkij G, Jull G Patients with chronic neck pain demonstrate altered patterns of muscle activation during performance of a functional upper limb task. *Spine* 2004a; 29:1436–40.
12. Falla D, Jull G, Hodges PW. Feedforward activity of the cervical flexor muscles during voluntary arm movements is delayed in chronic neck pain. *Exp Brain Res* 2004b; 157:43–8
13. Nederhand MJ, Izerman MJ, Hermens HJ, Baten CT, Zilvold G Cervical muscle dysfunction in the chronic whiplash associated disorder grade II (WAD-II). *Spine* 2000;25:1938–43.
14. O’Leary S, Cagnie B, Reeve A, Jull G, Elliott JM Is there altered activity of the extensor muscles in chronic mechanical neck pain? A functional magnetic resonance imaging study. *Arch Phys Med Rehabil* 2011;92:929–34.
15. Cagnie B, Struyf F, Cools A, Castelein B, Danneels L, O’Leary S. The relevance of scapular dysfunction in neck pain: a brief commentary. *J Orthop Sports Phys Ther* 2014;44:435–9.
16. Cools AM, Struyf F, De Mey K, Maenhout A, Castelein B, Cagnie B Rehabilitation of scapular dyskinesis: from the office worker to the elite overhead athlete. *Br J Sports Med* 2014;48:692–7.
17. Kibler WB, Ludewig PM, McClure PW, Michener LA, Bak K, Sciascia AD Clinical implications of scapular dyskinesis in shoulder injury: the 2013 consensus statement from the ‘Scapular Summit’. *Br J Sports Med* 2013;47: 877–85.

18. Behrsin JF, Maguire K Levator scapulae action during shoulder movement: a possible mechanism for shoulder pain of cervical origin. *Aust J Physiother* 1986;32:101–6.
19. Cools AM, Declercq GA, Cambier DC, Mahieu NN, Witvrouw EE Trapezius activity and intramuscular balance during isokinetic exercise in overhead athletes with impingement symptoms. *Scand J Med Sci Sports* 2007;17:25–33.
20. Diederichsen LP, Norregaard J, Dyhre-Poulsen P, Winther A, Tufekovic G, Bandholm T, et al. The activity pattern of shoulder muscles in subjects with and without subacromial impingement. *J Electromyogr Kinesiol: Off J Int Soc Electrophysiol Kinesiol* 2009;19:789–99.
21. Lin JJ, Hsieh SC, Cheng WC, Chen WC, Lai Y Adaptive patterns of movement during arm elevation test in patients with shoulder impingement syndrome. *J Orthop Res: Off Publ Orthop Res Soc* 2011;29:653–7.
22. Ludewig PM, Cook TM Alterations in shoulder kinematics and associated muscle activity in people with symptoms of shoulder impingement. *Phys Ther* 2000;80:276–91.
23. Roy JS, Moffet H, McFadyen BJ Upper limb motor strategies in persons with and without shoulder impingement syndrome across different speeds of movement. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 2008;23:1227–36. □
24. Struyf F, Cagnie B, Cools A, Baert I, Brempt JV, Struyf P, et al. Scapulothoracic muscle activity and recruitment timing in patients with shoulder impingement symptoms and glenohumeral instability. *J Electromyogr Kinesiol: Off J Int Soc Electrophysiol Kinesiol* 2014;24:277–84.
25. Schulte E, Kallenberg LA, Christensen H, Disselhorst-Klug C, Hermens HJ, Rau G, et al. Comparison of the electromyographic activity in the upper trapezius and biceps brachii muscle in subjects with muscular disorders: a pilot study. *Eur J Appl Physiol* 2006;96:185–93.

26. Andersen LL, Andersen CH, Skotte JH, Suetta C, Sogaard K, Saltin B, et al. High- intensity strength training improves function of chronically painful muscles: case-control and RCT studies. *BioMed Res Int* 2014;2014:187324.
27. Andersen LL, Nielsen PK, Sogaard K, Andersen CH, Skotte J, Sjogaard G Torque– EMG–velocity relationship in female workers with chronic neck muscle pain. *J Biomech* 2008;41:2029–35.
28. Hallman DM, Lindberg LG, Arnetz BB, Lyskov E Effects of static contraction and cold stimulation on cardiovascular autonomic indices, trapezius blood flow and muscle activity in chronic neck–shoulder pain. *Eur J Appl Physiol* 2011;111: 1725–35.
29. Nilsen KB, Westgaard RH, Stovner LJ, Helde G, Ro M, Sand TH Pain induced by lowgrade stress in patients with fibromyalgia and chronic shoulder/neck pain, relation to surface electromyography. *Eur J Pain (London, England)* 2006;10:615–27.
30. Voerman GE, Vollenbroek-Hutten MM, Hermens HJ Upper trapezius muscle activation patterns in neck–shoulder pain patients and healthy controls. *Eur J Appl Physiol* 2007;102:1–9.
31. Wegner S, Jull G, O'Leary S, Johnston V The effect of a scapular postural correction strategy on trapezius activity in patients with neck pain. *Man Ther.* 2010 Dec;15(6):562-6
32. Sjors A, Larsson B, Dahlman J, Falkmer T, Gerdle B Physiological responses to low- force work and psychosocial stress in women with chronic trapezius myalgia. *BMC Musculoskelet Dis* 2009;10-68
33. Szeto YGP, Straker LM, O'Sullivan PB Neck-shoulder muscle activity in general and task-specific resting postures of symptomatic computer users with chronic neck pain *Manual Therapy* 2009; 14(3):338-345.

34. Elcadi GH, Forsman M, Aasa U, Fahlstrom M, Crenshaw AG Shoulder and forearm oxygenation and myoelectric activity in patients with work-related muscle pain and healthy subjects. *Eur J Appl Physiol* 2013;113:1103–15.
35. Goudy N, McLean L Using myoelectric signal parameters to distinguish between computer workers with and without trapezius myalgia. *Eur J Appl Physiol* 2006;97:196–209.
36. Kallenberg LA, Schulte E, Disselhorst-Klug C, Hermens HJ Myoelectric manifestations of fatigue at low contraction levels in subjects with and without chronic pain. *J Electromyography Kinesiology* 2007;17:264–74. □
37. Zakharova-Luneva E, Jull G, Johnston V, O'Leary S Altered trapezius muscle behavior in individuals with neck pain and clinical signs of scapular dysfunction. *J Manipulative Physiol Ther.* 2012 Jun;35(5):346-53
38. Johnston V, Jull G, Darnell R, Jimmieson NL, Souvlis T Alterations in cervical muscle activity in functional and stressful tasks in female office workers with neck pain. *Eur J Appl Physiol* 2008a;103:253–64.
39. Strom V, Roe C, Knardahl S Work-induced pain, trapezius blood flux, and muscle activity in workers with chronic shoulder and neck pain. *Pain* 2009;144: 147–55.
40. Larsson B, Rosendal L, Kristiansen J, Sjogaard G, Sogaard K, Ghafouri B, et al. Responses of algescic and metabolic substances to 8 h of repetitive manual work in myalgic human trapezius muscle. *Pain* 2008;140:479–90.
41. Madeleine P, Lundager B, Voigt M, Arendt-Nielsen L Shoulder muscle coordination during chronic and acute experimental neck-shoulder pain. An occupational pain study *Eur J Appl Physiol* (1999) 79: 127 ± 140

42. Johnston V, Jull G, Souvlis T, Jimmieson NL Neck movement and muscle activity characteristics in female office workers with neck pain. *Spine* 2008b;33: 555–63.
43. Sjogaard G, Rosendal L, Kristiansen J, Blangsted AK, Skotte J, Larsson B, et al. Muscle oxygenation and glycolysis in females with trapezius myalgia during stress and repetitive work using microdialysis and NIRS. *Eur J Appl Physiol* 2010;108: 657–69.
44. Szeto Y, Pui G, Melville Straker L, Bruce O’Sullivan P EMG median frequency changes in the neck–shoulder stabilizers of symptomatic office workers when challenged by different physical stressors *Journal of Electromyography and Kinesiology* 15 (2005) 544–555
45. Larsson R, Oberg PA, Larsson SE Changes of trapezius muscle blood flow and electromyography in chronic neck pain due to trapezius myalgia. *Pain* 1999;79:45–50.
46. Falla D, Farina D Muscle fiber conduction velocity of the upper trapezius muscle during dynamic contraction of the upper limb in patients with chronic neck pain. *Pain* 2005;116:138–45.
47. Helgadottir H, Kristjansson E, Einarsson E, Karduna A, Jonsson HJr Altered activity of the serratus anterior during unilateral arm elevation in patients with cervical disorders. *J Electromyogr Kinesiol.* 2011 Dec;21(6):947-53
48. Larsson B, Björk J, Elert J, Gerdle B Mechanical performance and electromyography during repeated maximal isokinetic shoulder forward flexions in female cleaners with and without myalgia of the trapezius muscle and in healthy controls. *European Journal of Applied Physiology* 2000 83:4-5 (257-267)
49. Park SY, Yoo WG Effect of sustained typing work on changes in scapular position, pressure pain sensitivity and upper trapezius activity. *J Occup Health.* 2013;55(3):167-72.

50. Samani A, Holtermann A, Sjøgaard K, Madeleine P Experimental pain leads to reorganisation of trapezius electromyography during computer work with active and passive pauses *Eur J Appl Physiol* (2009) 106:857–866 DOI 10.1007/s00421-009-1083-9123
51. Falla D, Farina D, Graven-Nielsen T Experimental muscle pain results in reorganization of coordination among trapezius muscle subdivisions during repetitive shoulder flexion *Exp Brain Res* (2007) 178:385–393 DOI 10.1007/s00221-006-0746-6123
52. Shih YF, Kao YH Influence of pain location and hand dominance on scapular kinematics and EMG activities: an exploratory study. *BMC Musculoskelet Disord*. 2011 Nov 24;12:267
53. Christensen SW, Hirata RP, Graven-Nielsen T The effect of experimental neck pain on pressure pain sensitivity and axio-scapular motor control. *J Pain*. 2015 Apr;16(4):367-79.
54. Weon JH, Oh JS, Cynn HS, Kim YW, Kwon OY, Yi CH Influence of forward head posture on scapular upward rotators during isometric shoulder flexion. *J Bodyw Mov Ther*. 2010 Oct;14(4):367-74
55. Mork P, Westgaard H Low-amplitude trapezius activity in work and leisure and the relation to shoulder and neck pain *J Appl Physiol* 100: 1142–1149, 2006.
56. Veiersted KB, Westgaard RH Development of trapezius myalgia among female workers performing light manual work. *Scand J Work Environ Health* 1993;19: 277–83.
57. Wadsworth DJ, Bullock-Saxton JE Recruitment patterns of the scapular rotator muscles in freestyle swimmers with subacromial impingement. *Int J Sports Med* 1997;18:618–24.
58. Kibler WB, McMullen J Scapular dyskinesia and its relation to shoulder pain. *J Am Acad Orthop Surg* 2003;11:142–51. □

59. Hodges PW, Tucker K Moving differently in pain: a new theory to explain the adaptation to pain. *Pain* 2011;152:S90–8.

60. Szeto G.P.Y, Straker L.M, O'Sullivan PB A comparison of symptomatic and asymptomatic office workers performing monotonous keyboard work - 1: Neck and shoulder muscle recruitment patterns. *Manual Therapy* 2005; 10(4):270-280.