

## **Università degli Studi di Genova**

Scuola di Scienze Mediche e Farmaceutiche  
Dipartimento di Neuroscienze, Riabilitazione, Oftalmologia, Genetica e  
Scienze Materno-Infantili

In collaborazione con



### **Master Universitario di I livello in Riabilitazione dei Disordini Muscoloscheletrici**

A. A. 2015/2016 XIII edizione  
Campus Universitario di Savona

## **LE ALTERAZIONI ELETTROMIOGRAFICHE DEI MUSCOLI CERVICALI E DEL CINGOLO SCAPOLARE IN PRESENZA DI NECK PAIN ASPECIFICO**

Candidate:

Relatore:

Dott.ssa FT Fabiola GARZONIO  
Dott.ssa FT Francesca GIRASOLE

Dr.  
Tommaso GERI



# INDICE

## ABSTRACT

pagina 4

---

## 1. INTRODUZIONE

|                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.1 LE ALTERAZIONI DEL CONTROLLO MOTORIO IN PRESENZA DI<br>NECK PAIN ASPECIFICO | 6  |
| 1.2 L'ELETTROMIOGRAFIA (EMG)                                                    | 9  |
| 1.3 RAZIONALE                                                                   | 13 |

---

## 2. MATERIALI & METODI

|                                                       |    |
|-------------------------------------------------------|----|
| 2.1 CRITERI D'INCLUSIONE E D'ESCLUSIONE               | 15 |
| 2.2 FONTI D'INFORMAZIONE                              | 17 |
| 2.3 RICERCA E SELEZIONE DEGLI STUDI                   | 17 |
| 2.4 RACCOLTA E CARATTERISTICHE DEI DATI               | 18 |
| 2.5 RISCHIO DI BIAS NEI SINGOLI STUDI E TRA GLI STUDI | 18 |
| 2.6 VALUTAZIONE QUALITATIVA DEGLI STUDI               | 19 |

---

## 3. RISULTATI

|                                       |    |
|---------------------------------------|----|
| 3.1 SELEZIONE DEGLI STUDI: FLOW CHART | 21 |
| 3.2 CARATTERISTICHE DEGLI STUDI       | 22 |
| 3.3 RISULTATI DEGLI STUDI             | 27 |

---

## 4. DISCUSSIONE

|                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------|----|
| 4.1 SINTESI DELLE EVIDENZE: LE DIFFERENZE ELETTROMIOGRAFICHE | 32 |
|--------------------------------------------------------------|----|

**5. CONCLUSIONI**

|                                                                                           |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 5.1 DIFFERENZE EMG PAZIENTI CON NECK PAIN VS SANI: IMPLICAZIONI<br>PER LA PRATICA CLINICA | 38 |
| 5.2 DIFFERENZE EMG PAZIENTI CON NECK PAIN VS SANI: IMPLICAZIONI<br>PER LA RICERCA         | 38 |

---

|                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------|----|
| TABELLA RIASSUNTO ARTICOLI INCLUSI NELLA REVISIONE              | 39 |
| TABELLA VALUTAZIONE RISCHIO DI <i>BIAS</i> ARTICOLI REVISIONATI | 73 |

---

|                      |    |
|----------------------|----|
| <b>6. KEY POINTS</b> | 78 |
|----------------------|----|

---

|                        |    |
|------------------------|----|
| <b>7. BIBLIOGRAFIA</b> | 79 |
|------------------------|----|

---



## ABSTRACT

**Introduzione.** I pazienti con neck pain aspecifico presentano disabilità e riduzione della qualità della vita; nella loro cura i fattori interni sono tanto importanti quanto la sintomatologia fisica. Siccome i muscoli periscapolari sono collegati alla funzione del rachide cervicale, bisognerebbe comprendere come il dolore meccanico cervicale e l'alterata riorganizzazione della coordinazione dei muscoli scapolari possano influenzarsi a vicenda. Scopo di questo studio è eseguire una revisione sistematica sul confronto tra le alterazioni elettromiografiche dei muscoli periscapolari nei pazienti con neck pain aspecifico vs soggetti sani.

**Materiali & Metodi.** Ricerca nelle banche dati (Medline, Embase, PEDro, Google Scholar) del *full text* di studi osservazionali che confrontino i parametri EMG dei muscoli periscapolari nei pazienti con neck pain vs sani. Soggetti inclusi: adulti, entrambi i sessi, tutti i livelli d'istruzione, ambiti occupazionale, sportivo e ricreativo. Niente comorbidità o patologie specifiche cervicali e/o del cingolo scapolare.

**Risultati.** 34 articoli inclusi nella revisione. Tutti gli studi indagano il trapezio superiore da solo (20 studi) o associato ad altri muscoli (14 studi). I pazienti con neck pain sviluppano a livello centrale dei cambiamenti del controllo motorio correlati al dolore. I risultati contrastanti non hanno permesso l'identificazione di un *pattern* motorio alterato standard per tutti i soggetti.

**Discussione.** Ad oggi è poco noto il meccanismo con cui si sviluppa il dolore cronico in relazione al reclutamento muscolare. Il neck pain aspecifico si collega alle alterazioni del controllo motorio, ad una riduzione dell'*endurance* nonché ad una maggior fatica percepita dal paziente. In più il controllo motorio varia a seconda del soggetto, del muscolo, della presenza o meno di sintomi, dell'emilato corporeo e del tempo. Se il caso clinico lo consente, è utile per gli operatori considerare i muscoli periscapolari per gestire con successo i pazienti affetti da neck pain aspecifico cronico.

**Conclusioni.** Non si riportano differenze/analogie stereotipate dei parametri EMG nei pazienti con neck pain vs soggetti sani. La variabilità dei risultati probabilmente è causata da: 1) inesistente risposta motoria al dolore uguale per tutti i tipi di soggetti; 2) complessità dei sistemi di adattamento neuromuscolari nei pazienti con neck pain; 3) possibilità di errore insita nello strumento elettromiografico; 4) compiti motori eterogenei tra gli studi; 5) discrepanze metodologiche tra gli studi.

**Parole chiave.** Elettromiografia; ampiezza; tempo d'attivazione; frequenza; cervicalgia; muscoli periscapolari; controllo motorio. **Keywords.** *Electromyography; amplitude; timing; frequency; fatigue; neck pain; scapular muscle; motor control.*



# 1. INTRODUZIONE

## 1.1 LE ALTERAZIONI DEL CONTROLLO MOTORIO IN PRESENZA DI NECK PAIN ASPECIFICO

I pazienti con neck pain, lavoratori e non, si differenziano dai soggetti sani soprattutto per le alterazioni del controllo motorio, più marcate rispetto ai cambiamenti morfologici muscolari (88; 96; 97; 101; 102; 117): la mialgia influenza la variabilità e le strategie di reclutamento muscolare attraverso meccanismi riorganizzativi centrali (26; 66; 72; 90). Tuttavia, è poco nota la modalità di sviluppo del dolore cronico in relazione al reclutamento muscolare in statica e in dinamica (58; 62; 71). A livello locale, è dimostrato che il neck pain si associa a deficit del controllo *feed-forward* automatico del rachide cervicale e ad un alterato controllo neurale cervicale in risposta a perturbazioni posturali improvvise/stressanti (28; 29; 52; 56; 87).

Le efferenze nocicettive *top-down* influiscono sulle attività sia in termini di ridistribuzione del carico tra i muscoli sinergici sia in termini di modifica dell'attività muscolare nel tempo (29; 96; 102; 110; 117). Simili riorganizzazioni potrebbero dunque manifestarsi abbinate ai movimenti dell'arto superiore, con inibizione direzione-specifica della muscolatura cervicale flessione-estensoria profonda e iperattivazione di quella superficiale (Figura 1.1) (27-29; 102).

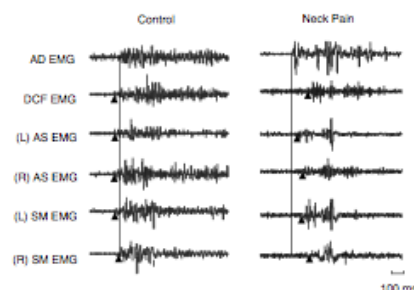


Figura 1.1: il ▲ indica l'inizio dell'attivazione muscolare. Si noti il ritardo eseguendo una flessione attiva rapida del braccio, indice di deficit significativo del controllo *feed-forward* automatico cervicale: EMG dei muscoli deltoide anteriore (AD), flessori cervicali profondi (DCF), scaleno anteriore sinistro (L AS) e destro (R AS), sternocleidomastoideo sinistro (L SM) e destro (R SM) (tratto e modificato da Falla et al, 2004 b).



Rispetto ai soggetti sani, i pazienti con neck pain aspecifico presentano una maggior attivazione dei muscoli del collo omo e controlaterali durante l'esecuzione di un gesto ripetitivo dell'arto superiore: rappresenterebbe una strategia di alterato controllo motorio per minimizzare l'attivazione dei muscoli agonisti dolenti o per compensare l'attività deficitaria dei muscoli inibiti (27; 52; 102). Clinicamente, considerando l'interdipendenza tra i muscoli cervicali e il movimento di spalla, si suggerisce di valutare il cingolo scapolare e l'eventuale inclusione nella gestione riabilitativa del neck pain (2; 8; 30; 33; 107). Già a livello osservazionale, nei pazienti con neck pain si notano un'aumentata protrazione della spalla, ridotta *upward rotation* e anomalie nella funzione scapolare eseguendo i quotidiani compiti motori con gli arti superiori (4; 29).

Si ipotizza inoltre che l'indice di rilassamento sia più lento nelle pazienti con mialgia e la scarsa presenza di *gap* (brevi periodi di riposo muscolare) siano collegati alla mialgia stessa, in accordo con la "teoria di Cenerentola" sull'attivazione/sovraccarico delle fibre di tipo I a bassa soglia (2; 37; 41; 106). Questa teoria aiuta ad illustrare la relazione tra dolore cronico e attività muscolare, sebbene non spieghi la modalità con cui le unità motorie a bassa soglia reclutate vengano danneggiate. Perciò è necessario integrare l'analisi del controllo motorio e il ruolo dei *gap* alla teoria di Cenerentola (56; 58; 62; 65; 106; 110).

Oltre al contesto cronico, le modifiche dell'attività muscolare periscapolare e del controllo motorio si riscontrano anche in fase acuta (15; 65; 66). Siccome il dolore evolve dalla fase acuta a quella cronica, la riorganizzazione dell'attività mioelettrica deve essere altrettanto dinamica: in fase acuta rallenta il ritmo di lavoro, l'attività del muscolo dolente è inibita e aumenta l'attività dell'arto superiore, mentre in fase cronica l'attività elettromiografica resta tendenzialmente invariata o si riduce, diminuisce la variabilità motoria dell'arto superiore e aumenta l'ampiezza dei movimenti del tronco (Figura 1.2) (65; 66).

Nonostante l'acceso dibattito in letteratura, ad oggi è ancora poco noto il meccanismo che innesci l'attività muscolare aberrante: compenso, strategia motoria e/o paura del movimento? Quanto influisce la disabilità percepita dal paziente? In questo senso, ai fini riabilitativi, esistono tre principali modelli teorici che cercano di chiarire il rapporto tra dolore e controllo motorio (52; 62; 77; 96; 113):

- 1) dolore - spasmo - dolore;
- 2) adattamento al dolore;

### 3) *The Integrated Pain Adaptation Model (IPAM).*

I primi due modelli sono ormai confutati: il primo testimonia la presenza di un circolo vizioso in cui la riduzione del metabolismo muscolare provoca dolore e iperattività del muscolo; il secondo non considera la relazione tra aspetti fisici e psicosociali del dolore (24; 25; 27; 90; 96). L'IPAM è attualmente il più accreditato in quanto è in linea con l'approccio biopsicosociale: enfatizza la natura multidimensionale del dolore conciliandola con la complessità anatomico-funzionale del sistema sensorimotorio.

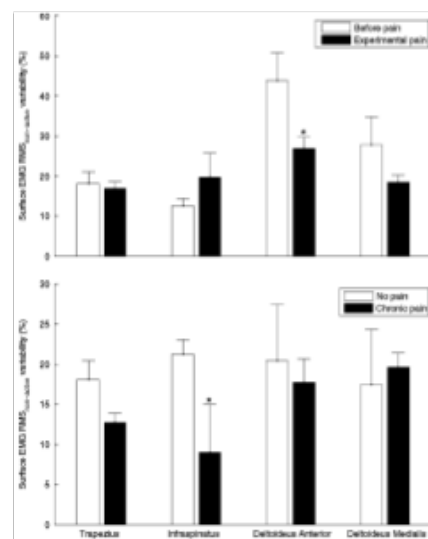


Figura 1.2: variabilità motoria (*root mean square* EMG) registrata nel periodo di riposo dal gesto lavorativo riprodotto. Figura superiore: registrazione del segnale in soggetti sani ( $n = 20$ ) e dopo aver iniettato una soluzione salina per riprodurre il dolore acuto a livello di collo e spalla. Figura inferiore: pazienti con dolore cronico a livello cervicale e di spalla ( $n = 12$ ) vs sani ( $n = 6$ ). \* indica una differenza significativa tra le condizioni o i gruppi ( $p < 0.05$ ) (tratto e modificato da Madeleine et al, 2008).

Sempre nel contesto del dolore cronico, le unità motorie potrebbero essere affaticate ancora prima di iniziare il *task* motorio. Tuttavia, non sono emerse differenze significative nell'attività mioelettrica in risposta alla fatica tra soggetti sani e soggetti con neck pain e i risultati contrastanti indicano la necessità di approfondire gli studi (58).

Infine, bisognerebbe indagare anche il ruolo della sensibilizzazione centrale e del sistema nervoso autonomo nella modulazione del dolore, dato che anche solo simulare un gesto lavorativo riproduce un *pattern* compatibile con la sensibilizzazione (72).

## 1.2 L'ELETTROMIOGRAFIA

Il muscolo è formato da singole fibre eccitabili (area fibra circa  $0.0025 \text{ mm}^2$ ). Fisiologicamente ogni fibra è connessa, grazie al bottone sinaptico ed all'assone, ad un neurone motorio e questo complesso è definito unità motoria; le fibre di unità motorie differenti s'intersecano all'interno della sezione trasversale del muscolo (densità media circa 10 fibre unità motoria/ $\text{mm}^2$ ) (34; 44; 69). Secondo l'equazione di Fuglevand, le unità motorie si attivano una volta superata la loro soglia di reclutamento espressa attraverso la percentuale di massima contrazione volontaria (%MVC) (34; 82). In base al principio di Henneman, vengono reclutate prima le unità motorie con fibre di diametro più piccolo (tipo I lente, metabolismo ossidativo) e poi quelle con diametro maggiore (45; 47; 48; 91); le due componenti sono direttamente proporzionali: ad unità motorie più grandi, reclutate dopo, corrispondono fibre più grosse (35; 44).

L'elettromiografia (EMG) è dunque lo strumento che misura l'attività mioelettrica, rappresentando la somma dei potenziali d'azione delle unità motorie (16; 37; 68; 69). Per potenziale d'azione s'intende la tensione prodotta dall'attivazione della singola fibra muscolare o dell'unità motoria (Figura 1.3) (44; 59).

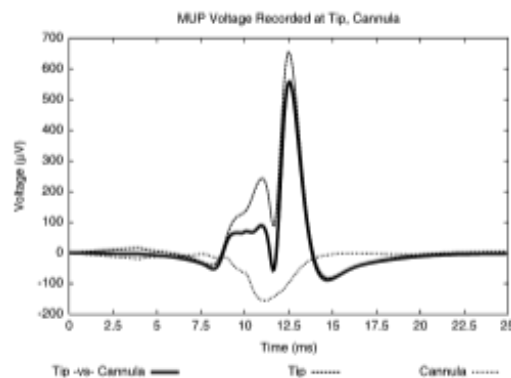


Figura 1.3: Potenziale dell'unità motoria: la linea tratteggiata superiore indica la tensione (*voltage*) sulla punta dell'ago; la linea tratteggiata inferiore indica la tensione individuata dalla cannula. La linea scura mostra il potenziale dell'unità motoria; la tensione è misurata con un amplificatore differenziale (tratto e modificato da Hamilton-Wright & Stashuk, 2005).

L'EMG è ampiamente utilizzata in diverse discipline (Anatomia, Ergonomia, Fisica, Fisiologia, Fisioterapia, Ingegneria, Neurologia) perché permette di valutare la funzione, la biomeccanica e la fisiologia del sistema neuromuscolare (forza muscolare, proprietà/

comportamento delle unità motorie, *pattern* d'attivazione, velocità di conduzione; vie sensitive/riflessi e fatica locale) in individui sani e non (16; 17; 23; 45; 62).

La registrazione del segnale EMG si realizza grazie a due tipologie di elettrodi: ad ago e di superficie. L'elettrodo ad ago permette di analizzare muscoli profondi, un'area muscolare più ristretta, adatto per l'indagine delle caratteristiche neurofisiologiche, della denervazione muscolare e del cammino (44; 59; 95; 103). Essendo invasivo, potrebbe risultare doloroso e meno pratico per valutare più muscoli simultaneamente (81).

L'elettrodo di superficie invece non è invasivo, permette di monitorare i muscoli sub-epidermici coprendo un'area muscolare ampia e ha una frequenza che oscilla tra i 20 e 500 Hz. Tuttavia, la risoluzione del segnale è tendenzialmente bassa ed è suscettibile agli artefatti: se aumenta la profondità e se si riduce l'area del muscolo ( $< 10 \text{ cm}^2$ ) aumenta il *cross-talk*, cioè la registrazione interferenziale dell'attività elettrica muscolare limitrofa (16). Inoltre, la qualità del segnale EMG dipende fortemente dal tipo di tessuto, dalla scelta dell'elettrodo, dal filtro, dalla capacità di adattamento all'angolo articolare, dal posizionamento e dalla distanza tra gli elettrodi (17; 31; 59). In questo senso, il modello europeo *Surface ElectroMyoGraphy for the Non-Invasive Assessment of Muscles* (SENIAM) è il punto di riferimento per gestire gli elettrodi di superficie (105). L'elettrodo di superficie è adatto per analizzare i disturbi del movimento, i disordini legati al carico lavorativo (45; 59; 62; 75; 81; 88) e la fatica mioelettrica che si manifesta con aumento dell'ampiezza dovuta al reclutamento di più unità motorie a soglia elevata, riduzione della frequenza e del *firing rate* dovuti alla riduzione della velocità di conduzione del potenziale d'azione, maggior sincronizzazione delle unità motorie, prolungamento del potenziale d'azione intracellulare (IAP) e aumento del  $\text{Ca}^{2+}$  citoplasmatico (5; 22; 24; 25; 35; 36; 58). Una volta posizionati gli elettrodi e preparata la cute (impedenza 5-50 k $\Omega$ ) (17), si registra un segnale grezzo (potenziale elettrico  $\pm 5000 \mu\text{V}$ ; frequenza 6-500 Hz) il cui rumore alla *baseline* è influenzato dai fattori intrinseci ed estrinseci da minimizzare (9; 59; 96). I fattori intrinseci (non controllabili) comprendono il tipo, la lunghezza, il diametro della fibra muscolare e la quantità di tessuto tra il muscolo e l'elettrodo; i fattori estrinseci (legati all'esperimento) possono essere arginati grazie alla corretta applicazione degli elettrodi (Figura 1.4) (1; 59; 96).



La frequenza invece è influenzata dal livello d'attivazione, dalla velocità e dal tipo di contrazione delle fibre, dalla lunghezza, dalla temperatura e dall'affaticamento del muscolo, dal *firing rate* e dalla sincronizzazione delle unità motorie. E' analizzabile al computer con l'algoritmo *Fast Fourier Transformations* (FFT) per ottenere un grafico di distribuzione della frequenza. Si considerano i seguenti parametri (59):

- picco massimo (*peak power*);
- frequenza media (Hz);
- frequenza mediana (Hz);
- potenza elettrica totale (*total power*) (v).

Per la fatica invece si considerano i parametri (22; 36) riguardo la potenza media (*mean power*) (w); la velocità di conduzione (m/s) la tensione media rettificata (mean rectified voltage) (v) col suo filtro root mean square; la frequenza media (Hz) influenzata dal sesso, dall'età e dal BMI del soggetto (25) e il parametro di Dimitrov ( $FI_{nsm5}$ ):

$$FI_{nsm5} = \frac{\int_{f_1}^{f_2} f^{-1} PS(f) \cdot df}{\int_{f_1}^{f_2} f^5 PS(f) \cdot df}$$

$PS(f)$  = potenza dello spettro EMG calcolato con la trasformazione di Fourier

$f = 8 \text{ Hz}$   
1

$f = 500 \text{ Hz}$   
2

Altri parametri utili in ambito biomeccanico/chinesiologico sono quelli correlati al tempo (59): tempo per raggiungere il picco: dall'inizio della contrazione fino al raggiungimento del massimo picco d'ampiezza; tempo d'inizio e di termine (*onset* e *offset*) della contrazione, definendo una soglia d'attivazione. Misurabile con la deviazione standard della *baseline* elettromiografica pre-attività, col picco locale d'attivazione o col valore ricavato dalla MVC. Per quanto concerne la relazione input elettromiografico - output di forza neuromuscolare, si considerino il picco di forza, la capacità di sviluppo della forza e l'*EMG force ratio* (tutti in N) (Figura 1.5) (69).

L'EMG è pertanto un valido strumento analitico solo se ricavato, processato ed interpretato adeguatamente, limitando le contaminazioni/rumori e la sovrapposizione dei segnali ad esempio tra EMG ed elettrocardiogramma (ECG) (23; 44; 68).

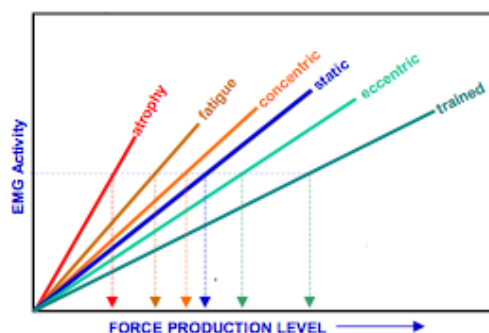


Figura 1.5: relazione EMG/forza. Dipende dalla condizione di allenamento del muscolo (tratto e modificato da Noraxon Inc. USA).

### 1.3 RAZIONALE

Il dolore cervicale è un fenomeno biopsicosociale soggettivo, complesso e legato a limitazioni nelle attività: una vera sfida terapeutica (Figura 1.6) (11; 21; 39; 40; 51; 60; 83; 114). Colpisce il 54-71% della popolazione adulta, raggiungendo il picco di prevalenza nei soggetti di sesso femminile e nella fascia d'età media, ovvero quella di massima produttività della persona (19; 42; 50; 53; 60; 67; 74; 86; 90), con ripercussioni a livello di qualità della vita e dei costi sanitari (15; 18; 20; 39; 50; 74; 83).

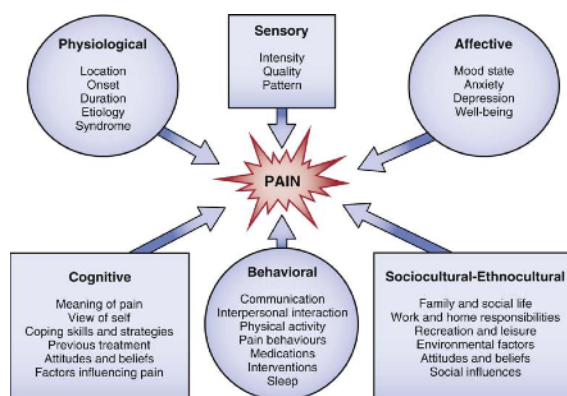


Figura 1.6: le dimensioni del dolore (tratto e modificato da Petty & Moore. 1998).

In letteratura sono ampiamente indagate le alterazioni morfologiche, di controllo motorio e dell'attività dei muscoli cervicali nei soggetti sani vs pazienti affetti da neck pain (15; 30; 107). Il dolore meccanico cervicale può influenzare negativamente la funzione del cingolo scapolare, articolazione-ponte che permette il trasferimento dei carichi tra l'arto superiore e la colonna vertebrale (4; 12; 13; 15; 29; 76; 88; 117). Viceversa le alterate funzioni della muscolatura periscapolare e i conseguenti carichi meccanici anomali potrebbero alimentare il dolore cervicale: l'affaticamento dei muscoli periscapolari contribuisce a sviluppare il quadro doloroso cervicale durante il mantenimento di posture statiche lavorative e/o l'esecuzione di gesti ripetitivi (13; 15; 29; 46; 66; 116).

La scarsa coordinazione dell'attività neuromuscolare associata al dolore riduce la qualità della *performance*, inducendo sovraccarichi e perturbazioni della stabilità a livello cervico-scapolare (46; 96). Si è visto infatti che nei pazienti con neck pain le attività dei muscoli periscapolari e l'orientamento scapolare stesso possono modificarsi, creando squilibri soprattutto durante l'elevazione dell'arto superiore dominante (116; 117). Tuttavia, non è ancora definito se l'aberrante *pattern* di reclutamento muscolare sia causa o conseguenza del neck pain (52).

Riguardo il controllo neuromuscolare, il sistema nervoso centrale fa riferimento alla posizione della testa e del collo (recettori nei muscoli cervicali connessi neuralmente ai sistemi vestibolare e oculomotore) per inquadrare il posizionamento degli arti superiori nello spazio (54). Quindi alterati input dai muscoli cervicali potrebbero indurre in errore il sistema nervoso centrale, inficiando il livello propriocettivo, il *joint position sense* e i *pattern* motori degli arti superiori in relazione al rachide cervicale (7; 54; 108; 115).

In più, anche l'espressione della forza muscolare della spalla è un elemento da considerare nel paziente con neck pain (75). Evidenziati questi concetti, bisogna misurarli per oggettivare le differenze nei *pattern* motori tra i pazienti con neck pain e i sani: il metodo più efficace è l'elettromiografia (EMG) (30; 80; 91; 98). Approfondire con questo strumento le modalità d'interazione tra dolore e muscolatura sinergica permetterebbe, a livello clinico, l'elaborazione di programmi riabilitativi e di allenamento specifici (3; 4; 38; 109).



## 2. MATERIALI E METODI

### 2.1 CRITERI D'INCLUSIONE E D'ESCLUSIONE

Per standardizzarne la struttura, si elabora questa revisione seguendo le indicazioni del modello *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta - Analyses* (PRISMA) (64). Si considerano gli studi con almeno due gruppi di campioni: appartengono al primo gruppo i pazienti con neck pain aspecifico; rientrano nel secondo gruppo di controllo i soggetti sani senza neck pain. Sono considerati i soggetti maggiorenni di entrambi i sessi, di tutti i livelli d'istruzione, senza restrizioni per quanto concerne gli ambiti occupazionale, sportivo e ricreativo.

L'elettromiografia (estrazione del segnale, analisi dei dati, variabili utilizzate) è la modalità d'intervento prestabilita in quanto miglior indice per osservare l'attività muscolare. Occorre eseguire il confronto tra l'attività della muscolatura del cingolo scapolare nei pazienti con neck pain e nei pazienti che non presentano il disturbo.

Gli studi inclusi devono analizzare almeno uno dei muscoli garanti della mobilità e della stabilità del cingolo scapolare: trapezio fibre superiori, medie, inferiori, dentato anteriore, elevatore della scapola, romboidi, piccolo pettorale, deltoide e bicipite brachiale.

Per quanto concerne le misure di *outcome*, si fa riferimento ai parametri elettromiografici ampiezza del segnale, *timing* d'attivazione muscolare, capacità di sviluppare la forza, picchi di forza e di torque, frequenza, velocità di conduzione.

Si selezionano i *full text* degli studi osservazionali quali *cross sectional study* e *case control* in quanto forniscono una finestra per conoscere dettagliatamente una condizione (le alterazioni elettromiografiche nei muscoli periscapolari) analizzando le differenze tra due gruppi (pazienti con neck pain aspecifico vs soggetti sani) senza stabilirne il decorso clinico (Tabella 2.1, 2.2 e 2.3).

| Criteri d'inclusione                                                                                                                                                                        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| soggetti adulti (età $\geq 18$ anni) con neck pain su cui indagare le alterazioni EMG dei muscoli periscapolari                                                                             |
| espressione dei parametri elettromiografici: tempo (ampiezza del segnale, timing e durata dell'attivazione muscolare); frequenza dello spettro; velocità di conduzione, fatica mioelettrica |
| metodo di estrazione del segnale EMG                                                                                                                                                        |
| analisi di almeno uno dei seguenti muscoli: trapezio fibre superiori, medie, inferiori, dentato anteriore, elevatore della scapola, grande e piccolo romboide, piccolo pettorale            |
| confronto tra la popolazione campionaria con neck pain vs gruppo di controllo sani per valutare le alterazioni EMG dei muscoli periscapolari                                                |
| articoli in lingua inglese, italiano, francese                                                                                                                                              |
| disponibilità del <i>full text</i>                                                                                                                                                          |
| studi osservazionali: <i>cross sectional study</i> e <i>case control</i>                                                                                                                    |
| Tabella 2.1: criteri d'inclusione degli articoli                                                                                                                                            |

|                                                  |                                                                                                                         |
|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| P (partecipanti)                                 | soggetti con neck pain aspecifico                                                                                       |
| I (intervento)                                   | EMG                                                                                                                     |
| C (confronto)                                    | soggetti con neck pain aspecifico vs soggetti sani e rispettivi rilevamenti elettromiografici dei muscoli periscapolari |
| O (outcome)                                      | parametri EMG                                                                                                           |
| S (disegno dello studio)                         | <i>cross sectional study</i> , <i>case control</i>                                                                      |
| Tabella 2.2: formulazione del quesito di ricerca |                                                                                                                         |

| Criteri d'esclusione                                                                                                                                                                                                               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| soggetti con comorbidità di natura neurologica centrale/periferica, vestibolare, oncologica, infiammatoria, reumatologica, pneumologica, cardiologica                                                                              |
| soggetti sottoposti ad interventi chirurgici                                                                                                                                                                                       |
| soggetti pediatrici $\leq 18$ anni                                                                                                                                                                                                 |
| soggetti con disordini specifici cervicali (fratture, ernia, instabilità, whiplash, cervicalgia) e/o della spalla (fratture, lussazioni, lesioni massive della cuffia, frozen shoulder, slap lesion grado $\geq$ III, instabilità) |
| articoli sull'epidemiologia, sui fattori di rischio, sui fattori prognostici, sulle modalità di trattamento del neck pain aspecifico                                                                                               |
| studi su animali                                                                                                                                                                                                                   |
| revisioni sistematiche, metanalisi e <i>case report</i>                                                                                                                                                                            |
| articoli di scarsa qualità metodologica (tabella 3.6 " <i>risk of bias</i> studi osservazionali" $\leq 4$ su 9)                                                                                                                    |
| Tabella 2.3: criteri d'esclusione degli articoli                                                                                                                                                                                   |

## 2.2 FONTI D'INFORMAZIONE

Gli studi sono reperiti sui *database* elettronici MEDLINE (*Medical Literature Analysis and Retrieval System Online* - PubMed); EMBASE (*The Excerpta Medica database*), Ovid, Elsevier, Sciencedirect; PEDro (*Physiotherapy Evidence Database*) e Google Scholar.

La ricerca degli articoli nelle banche dati ha coperto l'arco temporale tra il 01/01/1997 e il 01/06/2017. Inoltre viene eseguito un *cross-referencing* esaminando la bibliografia degli articoli inclusi. Per comprenderne il senso, sono stati selezionati gli studi in lingua italiana, inglese e francese. Entrambe le studentesse hanno contribuito al reperimento dei lavori ed all'estrazione dei dati in maniera indipendente, confrontandosi costantemente tra loro e col terzo autore (il relatore).

## 2.3 RICERCA E SELEZIONE DEGLI STUDI

Sono inseriti i seguenti termini nei motori di ricerca: “shoulder”, “scapular muscle”; “electromyography”, “EMG”; “cervical spine”, “neck”; “neck pain”, “pain”. La loro combinazione coi termini booleani OR e AND, arricchita da sinonimi, ha portato all'elaborazione di quattro diverse stringhe di ricerca:

- 1) (Electromyograph\* OR EMG) AND (amplitude OR timing OR frequency OR fatigue) AND (cervical OR neck pain OR chronic neck pain OR idiopathic) AND (scapul\* OR trapezius OR serratus OR levator OR rhomboid\* OR pectoralis minor);
- 2) (Electromyograph\* OR EMG OR alteration) AND (amplitude OR timing OR frequency OR fatigue) AND (cervic\* OR neck pain OR chronic neck pain OR idiopathic) AND (scapul\* OR trapezius OR serratus OR levator OR rhomboid\* OR pectoralis minor);
- 3) (Electromyograph\* OR EMG OR alteration) AND (amplitude OR timing OR frequency OR fatigue) AND (cervic\* OR neck pain OR chronic neck pain OR idiopathic OR aspecific) AND (scapul\* OR trapezius OR serratus OR levator OR rhomboid\* OR pectoralis minor) AND (motor control OR pattern OR adaptation);
- 4) (Electromyograph\* OR EMG) AND (amplitude OR timing OR frequency OR fatigue) AND (cervic\* OR neck pain OR chronic neck pain OR idiopathic OR asymptomatic

OR healthy) AND (scapul\* OR trapezius OR serratus OR levator OR rhomboid\* OR pectoralis minor).

La prima opzione è risultata la più proficua per reperire la letteratura d'interesse.

Nella bibliografia, oltre agli articoli inclusi nella revisione, sono elencati anche quelli utili a fornire il *background* dello studio.

## 2.4 RACCOLTA E CARATTERISTICHE DEI DATI

Per sintetizzare ed esporre le evidenze tratte dagli studi, viene elaborata una tabella che comprende i seguenti *item*, corrispondenti agli elementi evidenziati nel PICOS:

- autore;
- titolo e disegno dello studio;
- tipo e numero di partecipanti nel gruppo di studio;
- tipo e numero di partecipanti nel gruppo di controllo;
- muscolo analizzato;
- compito motorio richiesto;
- *outcome*/variabile EMG misurata tra ampiezza, frequenza, fatica, velocità di conduzione;
- filtro;
- normalizzazione;
- conclusioni dello studio.

Negli studi, la dimensione dell'effetto (*effect size*) è descritta con l'intervallo di confidenza (IC) e il livello di significatività statistica  $p\text{ value} < 0.05$ .

Tutti gli autori hanno contribuito all'estrazione, alla verifica dei dati, alla valutazione del *risk of bias* e della qualità degli studi.

## 2.5 RISCHIO DI *BIAS* NEI SINGOLI STUDI E TRA GLI STUDI

Attualmente non c'è unanimità scientifica sull'identificazione del *gold standard* per la valutazione metodologica degli studi osservazionali (85). In questo caso, gli articoli sono classificati tramite una tabella rispettando i criteri delle linee guida *evidence-based*

proposte dal *Dutch Institute for Healthcare Improvement* e da “*The Cochrane Collaboration’s tool for assessing risk of bias*” (104):

- 1) I pazienti sono definiti chiaramente e in modo adeguato?
- 2) Il gruppo di controllo è definito chiaramente e in modo adeguato?
- 3) I *bias* di selezione (randomizzazione e allocazione) possono essere esclusi?
- 4) La procedura d’esposizione del processo è definita in modo chiaro?
- 5) Il metodo di valutazione (*outcome* misurati) è adeguato?
- 6) I soggetti partecipanti allo studio e appartenenti ai due gruppi sono simili?
- 7) Tutti i soggetti sono arrivati al termine dello studio?
- 8) I clinici partecipanti allo studio sono in cieco?
- 9) Gli elementi confondenti più importanti sono stati identificati e tenuti in considerazione nell’analisi?
- 10) I soggetti che partecipano allo studio sono in cieco?

Si = 1 punto

No = 0 punti

Punteggio = x/9

Il punteggio non è x/10 perché la domanda numero 10 non è valutabile a causa del disegno degli studi inclusi nella revisione (valutazione *risk of bias* tratta e modificata da Castelein et al, 2015).

## 2.6 VALUTAZIONE QUALITATIVA DEGLI STUDI

Gli studi valutati devono essenzialmente mostrare una validità interna ed esterna adeguate, esecuzione metodologica rigorosa e riproducibile in modo da accettare i risultati scientificamente plausibili con discreta sicurezza. Pertanto si fa nuovamente riferimento ai criteri esposti nel paragrafo 2.5; il livello di evidenza del singolo studio analizzato è decretato in base al punteggio ottenuto dalla tabella 2.3 (estremi inclusi). I tre autori hanno elaborato la tabella ed un autrice (B. Castelein PT, MSc, PhD) è stata contattata per un chiarimento riguardo la compilazione della tabella.

- 0-3 studio di bassa qualità;
- 4-6 studio di moderata qualità;

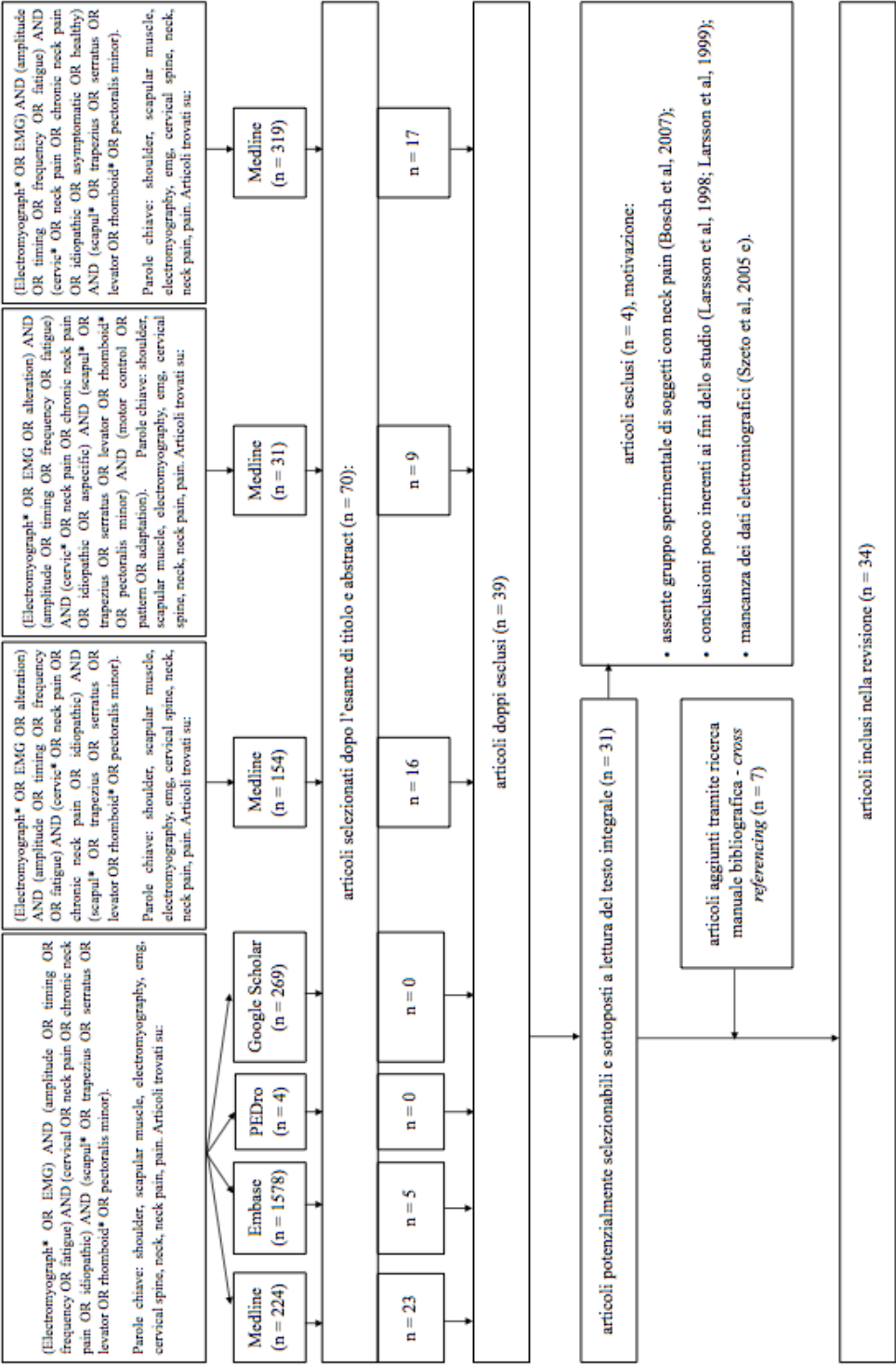
- 7-9 studio di alta qualità.

Se uno studio è soggetto a rischio di *bias* il suo punteggio (Tabella 2.3) sarà inferiore, pregiudicandone la qualità.

|                                                             |        |   |   |   |          |   |   |       |   |   |
|-------------------------------------------------------------|--------|---|---|---|----------|---|---|-------|---|---|
| Punteggio x/9                                               | 0      | 1 | 2 | 3 | 4        | 5 | 6 | 7     | 8 | 9 |
| Qualità studio                                              | scarsa |   |   |   | moderata |   |   | buona |   |   |
| Tabella 2.3: valutazione del livello di qualità degli studi |        |   |   |   |          |   |   |       |   |   |

3. RISULTATI

3.1 SELEZIONE DEGLI STUDI: *FLOW CHART*



Si esegue una prima ricerca estensiva inserendo le stringhe nelle banche dati Medline, Embase, PEDro e Google Scholar: sono identificati 2579 articoli da analizzare in base al titolo, alle parole chiave e all'*abstract*. Molti soddisfano i criteri d'esclusione (n = 2509). Tra i 70 articoli eletti vengono individuati, per essere eliminati, i duplicati (n = 39). Questo *screening* preliminare ha permesso di identificare 31 articoli: gli studi inclusi sono oggetto di analisi critica e dell'estrazione dei dati. Una volta reperito, il testo integrale è sottoposto all'esame dei dati e alla valutazione del rischio di errori metodologici. Oltre a questi 31, sono aggiunti 7 articoli tramite la ricerca manuale tra le bibliografie degli studi rilevanti:

1. Elcadi et al, 2013;
2. Goudy & McLean, 2006;
3. Hallman et al, 2011;
4. Johnston et al, 2008;
5. Kallenberg et al, 2006;
6. Szeto et al, 2009 b;
7. Zabihhossenian et al, 2017.

Contemporaneamente, 4 articoli sono eliminati durante questo processo analitico approfondito:

1. Bosch et al, 2007;
2. Larsson et al, 1998;
3. Larsson et al, 1999;
4. Szeto et al, 2005 e.

Gli autori si sono confrontati in merito alla pertinenza di 4 articoli: Bosch et al, 2007; Larsson et al, 1998; Larsson et al, 1999 esclusi e Sjøgaard et al, 2006 accettato. I dubbi derivano dalla natura della popolazione campionata e dagli *outcome* di riferimento.

Il processo è terminato con l'inclusione di 34 articoli nella revisione.

### **3.2 CARATTERISTICHE DEGLI STUDI**

Sono due i principali disegni degli studi inclusi nella revisione: *cross sectional* (n = 10 su 34) e *case-control* (n = 5 su 34); è presente anche uno studio *cross-over* randomizzato in singolo cieco. Invece in 18 lavori, la maggior parte, non si specifica il design.



Considerando i partecipanti, i gruppi sperimentali sono composti da un totale di 729 pazienti con neck pain, la cui appartenenza ai gruppi è autenticata tramite questionari psicometricamente soddisfacenti come il *Neck Disability Index* (NDI) o lo *Standardized Nordic Questionnaire* (SNQ) (55), nonché da altri strumenti quali la *body chart* e la *Visual Analogue Scale* (VAS), mentre i gruppi di controllo/individui sani possono vantare 746 soggetti campionati. Mediamente, all'interno degli studi i due gruppi sono numericamente omogenei.

Nella metà dei casi, 17 su 34, i lavori sono eseguiti su una popolazione interamente femminile in quanto più soggetta al neck pain aspecifico (40). Gli articoli che comprendono una popolazione esclusivamente maschile sono solo 2. Nei rimanenti studi la popolazione campionata è mista. Altri fattori che potrebbero confondere i risultati sono l'età (*range* gruppo sperimentale 23-53 anni, *range* gruppo di controllo 24-55 anni), il BMI (*range* gruppo sperimentale 20-28 kg/m<sup>2</sup>, *range* gruppo di controllo 20-28 kg/m<sup>2</sup>), il lavoro (tipo di mansione, ore di lavoro quotidiane, gesti ripetitivi, uso del videoterminale), la durata della sintomatologia e la fatica percepita (scala Borg) (42).

Per quanto concerne l'intervento, tutti gli studi indagano il muscolo trapezio superiore, da solo (n = 20) o insieme ad altri muscoli (n = 14):

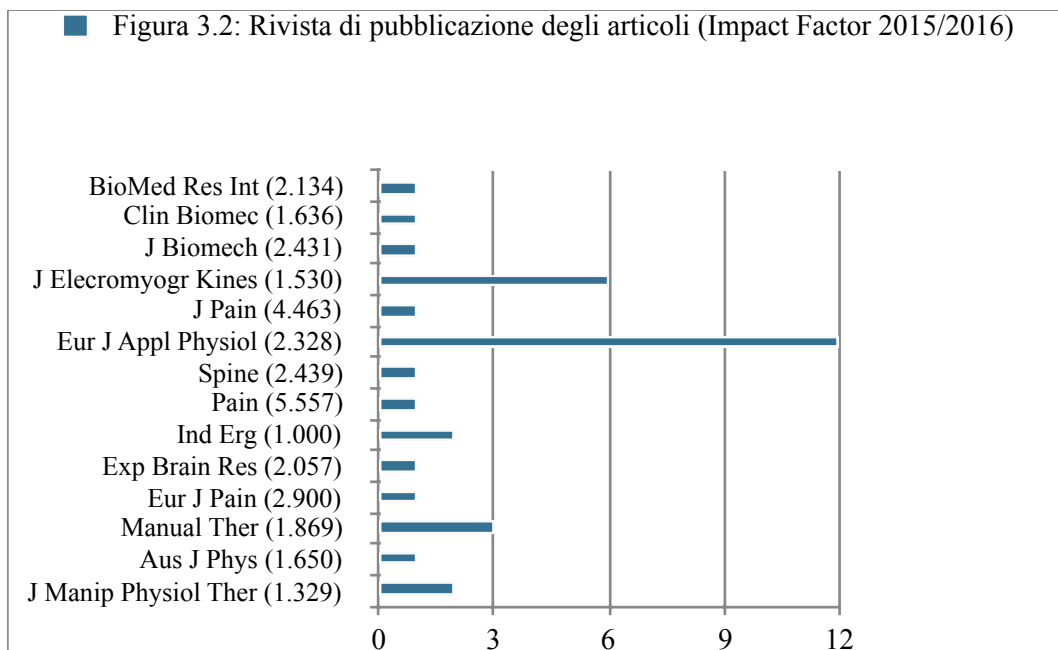
- trapezio superiore + bicipite brachiale n = 1;
- trapezio superiore + bicipite brachiale + deltoide + infraspinato n = 2;
- trapezio superiore + deltoide n = 2;
- trapezio superiore + deltoide + trapezio inferiore n = 3;
- trapezio superiore + deltoide + dentato anteriore + trapezio medio e inferiore n = 1;
- trapezio superiore + dentato anteriore + trapezio medio e inferiore n = 1;
- trapezio superiore + dentato anteriore + elevatore della scapola + piccolo pettorale + romboidi + trapezio medio e inferiore n = 1;
- trapezio superiore + infraspinato n = 1;
- trapezio superiore + trapezio medio e inferiore n = 2.

Trattandosi soprattutto di muscoli poco profondi e avendo indagato principalmente delle attività dinamiche, non stupisce il fatto che tutti gli studi abbiano scelto gli elettrodi di superficie anziché quelli ad ago. I compiti motori richiesti sono molto eterogenei per quanto riguarda il tipo di contrazione, i tempi di tenuta, il movimento dell'arto superiore, le

ripetizioni e le serie, i tempi di riposo e l'entità di espressione della forza, spaziando dalle contrazioni isometriche più pure alle attività complesse della vita quotidiana e lavorativa (studenti, impiegati, operatori sanitari, macellai e addetti alle pulizie).

Per misurare l'attività mioelettrica si considerano i parametri EMG relativi all'ampiezza (*average rectified value*; *root mean square*; *amplitude probability distribution function*; picco di forza; pendenze positive e negative monitorate rispettivamente pre e post contrazione; torque: picco, sviluppo, rapporto col tempo), alla frequenza (*median power frequency*; *mean power frequency*), alla velocità di conduzione, all'*onset* di attivazione muscolare, alla durata dell'attività muscolare, al numero di unità motorie reclutate al secondo e al coefficiente di variazione della forza. Grazie a questi parametri è possibile approfondire il ruolo della fatica, del riposo neuromuscolare e del controllo motorio. Per fare ciò, si considerino anche gli *outcome* secondari quali il livello di disabilità, l'intensità dolorosa, l'*endurance* e la fatica percepita.

Tutti gli studi analizzati sono in lingua inglese. La figura 3.2 mostra le riviste in cui gli articoli sono pubblicati.



Gli ambiti sono eterogenei, rimarcando la spendibilità dell'EMG in molteplici settori: essa concilia la biomeccanica, la fisiologia, la chinesioterapia, l'ergonomia, la Fisioterapia, in particolare la Terapia Manuale e il dolore.

Si noti dalla tabella 3.3 come la ricerca sia stata particolarmente attiva tra il 2005 e il 2008. Inoltre, tutti gli studi appartenenti a questo periodo, tranne uno del 2006, sono di buona qualità metodologica, indice di incoraggiante interesse verso l'uso dello strumento EMG per interpretare e condividere i dati all'interno della comunità scientifica, favorendo la comprensione delle interazioni tra controllo motorio - dolore e tra compiti lavorativi - disordini muscoloscheletrici.

| Anno di pubblicazione | Numero di articoli |
|-----------------------|--------------------|
| 1999                  | 1                  |
| 2000                  | 1                  |
| 2004                  | 1                  |
| 2005                  | 5                  |
| 2006                  | 7                  |
| 2007                  | 4                  |
| 2008                  | 5                  |
| 2009                  | 2                  |
| 2011                  | 2                  |
| 2012                  | 1                  |
| 2013                  | 1                  |
| 2014                  | 1                  |
| 2015                  | 1                  |
| 2016                  | 1                  |
| 2017                  | 1                  |

Tabella 3.3: Divisione degli articoli in base al loro anno di pubblicazione

Per una visione riassuntiva globale degli studi si fa riferimento alla tabella 3.4 (pagine 39-72) in cui si espongono le caratteristiche dei lavori inclusi.

Facendo riferimento alla tabella 2.3 precedentemente esposta nel capitolo “2. Materia li e Metodi”, la valutazione metodologica degli articoli ha portato al seguente risultato:

| Punteggio x/9  | 0      | 1 | 2 | 3 | 4        | 5 | 6 | 7     | 8 | 9 |
|----------------|--------|---|---|---|----------|---|---|-------|---|---|
| Qualità studio | scarsa |   |   |   | moderata |   |   | buona |   |   |

Tabella 2.3: valutazione del livello di qualità degli studi



Dalle tabelle 2.3 (pagina 26) e 3.5 (pagine 73-77) si evince la qualità globale elevata degli articoli: nessuno studio rientra nella categoria “scarsa qualità” mentre la maggior parte (17 studi su 34) ha ottenuto il punteggio di 7/9 giudicato indice di buona qualità e minore rischio di *bias* metodologici. Tra tutti spicca lo studio di Nilsen e coll. (73), unico ad avere ottenuto il punteggio massimo di 9/9.

### **3.3 RISULTATI DEGLI STUDI**

Si è visto che i pazienti con neck pain sviluppano a livello centrale dei cambiamenti del controllo motorio che potrebbero essere correlati ai disturbi muscoloscheletrici dolorosi (99). Di seguito si analizzano i muscoli d’interesse.

#### **MUSCOLO SCAPOLO-TORACICO SUPERFICIALE: TRAPEZIO SUPERIORE**

Nei pazienti con neck pain, lavoratori e non, il trapezio superiore non sembra avere un’attività maggiore rispetto ai pazienti sani (2; 4; 27; 45; 46; 52; 61; 62; 65; 112; 113; 117); invece mostra una ridotta contrazione massima volontaria (MVC) (2; 90), una ridotta capacità di riposo (indice di rilassamento più lento e accorciamento del “*silence gap*”) dell’arto non dominante dopo l’esecuzione di movimenti ripetitivi del braccio o un lavoro al computer (2; 37; 106; 110) e una riorganizzazione della coordinazione durante la flessione dell’arto superiore (27). Altri studi forniscono risultati contrastanti (56; 96-99; 101; 102): nei lavoratori con neck pain si altera il *pattern* di reclutamento muscolare e l’attività del trapezio superiore aumenta in termini di ampiezza (*amplitude probability distribution function* - APDF) e numero di unità motorie reclutate al secondo (MR), specialmente quando il soggetto esegue un compito stressante (aumentare la velocità di scrittura alla tastiera) o prolungato al computer (101; 102). Questa discrepanza riguardo l’ampiezza potrebbe essere causata dal diverso compito dinamico considerato negli studi e dalla forza richiesta. Entrambe le variazioni del controllo motorio sono interpretabili come adattamenti al dolore (65; 66; 101). Inoltre l’aumentata flessione e lateroflessione della testa nei pazienti con neck pain correla con l’iperattività del trapezio (97).

Essendo meno capaci di adattarsi agli stress, gli individui sintomatici sviluppano a livello centrale dei cambiamenti del controllo motorio che potrebbero essere correlati ai disturbi muscoloscheletrici (102). Si hanno ulteriori informazioni sugli adattamenti neuromuscolari del trapezio analizzando la cinematica scapolare: essa è differente tra pazienti con neck pain e soggetti sani. I primi infatti presentano un tilt posteriore ed un'*upward rotation* scapolari maggiori rispetto ai sani (116). Oltre a queste risposte maladattative, si consideri l'influenza della sensibilizzazione centrale e dei fattori intrinseci individuali sul controllo motorio (99).

Si nota una significativa diminuzione della frequenza media dello spettro e della velocità di conduzione delle fibre del trapezio superiore durante il movimento ripetuto di elevazione di spalla (29; 57; 62). Al contrario, Szeto e coll. (98) riscontrano un'aumentata frequenza mediana del trapezio superiore nelle lavoratrici al videoterminale, *trend* opposto rispetto a quello comunemente accettato come manifesto della fatica muscolare. L'aumentato numero di fibre II reclutate nel trapezio dolente potrebbe giustificare l'iniziale valore elevato della velocità di conduzione e il suo progressivo rallentamento nel tempo, collegando gli aspetti elettromiografico e morfologico (29; 65).

Dagli studi emerge che, eseguendo una contrazione del trapezio sostenuta nel tempo, i lavoratori con mialgia non manifestano segni di fatica pronunciati tanto quanto i soggetti sani. Considerando la velocità di conduzione e la *root mean square*, questa differenza tra gruppi non è statisticamente significativa (57; 58; 88-90). Nonostante l'EMG sia uno strumento utile per identificare le miopatie, i parametri per misurare la fatica (periferica e centrale) spesso sono poco affidabili. Gli errori derivano dalla sincronizzazione delle unità motorie, dal reclutamento aggiuntivo di unità motorie e dalla disomogenea distribuzione delle fibre ad alta o bassa soglia nel muscolo (89).

Per quanto concerne il riposo, generalmente i pazienti con mialgia al trapezio hanno un tempo di riposo relativo significativamente minore rispetto ai sani eseguendo un compito statico a 45° di flessione del braccio sul piano scapolare o svolgendo un compito lavorativo stressante o elevando l'arto superiore ripetutamente (2; 37; 106). In questo caso si pensa che le unità motorie siano già affaticate cronicamente nei lavoratori con mialgia prima di iniziare il compito motorio. A causa dei risultati contrastanti, resta ancora da capire se ed

eventualmente come il neck pain possa alterare l'attività elettromiografica del trapezio superiore (27; 46; 106).

### **MUSCOLO SPINO-APPENDICOLARE SUPERFICIALE: TRAPEZIO MEDIO**

Rispetto ai sani, i pazienti con aberrante postura scapolare e neck pain manifestano un'attività (*root mean square*) muscolare maggiore eseguendo un compito lavorativo come scrivere con la tastiera del videoterminale. Immediatamente dopo aver svolto degli esercizi posturali, l'attività del trapezio medio dei due gruppi mostra livelli di attività simili (112). Bisognerebbe verificare il mantenimento di tale riorganizzazione post esercizi anche nel medio-lungo termine. Invece, eseguendo una contrazione isometrica in flessione, extrarotazione ed abduzione di spalla, non sono emerse differenze nell'attività del trapezio medio tra sani vs pazienti con neck pain e disfunzioni scapolari (117).

Altri due studi (13; 116) analizzano le differenze nella cinematica scapolare tra i pazienti con neck pain aspecifico e i sani (*root mean square* e *mean power frequency*): potrebbe essere la conseguenza di una strategia di adattamento neuromuscolare volta ad ottenere il movimento di elevazione della spalla. Secondo Castelein e coll. (13) la discinesia non avrebbe un ruolo significativo sull'attività scapolare, mentre per Zabihhossenian e coll. (116) lo squilibrio tra i *pattern* d'attivazione muscolare e l'inibizione del trapezio medio, del trapezio inferiore e del dentato anteriore potrebbero contribuire all'alterazione della cinematica della scapola. Entrambi gli studi concordano sulla ridotta attività del trapezio medio nei pazienti con neck pain vs i soggetti sani.

### **MUSCOLO SPINO-APPENDICOLARE SUPERFICIALE: TRAPEZIO INFERIORE**

Nel trapezio inferiore l'attività mioelettrica (frequenza mediana, *root mean square*, *amplitude ratio*) sembra aumentare specialmente nei soggetti con neck pain di lieve entità e nei pazienti con disfunzioni scapolari associate al neck pain (46; 98; 99; 117). Anche Wegner e coll. (112) hanno considerato un gruppo di pazienti con neck pain e aberrante orientamento scapolare e un gruppo di soggetti sani, giungendo a conclusioni diverse: dopo

aver corretto la posizione della scapola, l'attività (*root mean square*) del trapezio inferiore è diventata simile a quella dei soggetti sani, allineandosi dunque alla posizione di Szeto e coll. (96) e di Castelein e coll. (13). Non è noto se questi *pattern* simili siano mantenuti anche nel medio e lungo termine. Infatti non si riscontrano differenze nell'attività del trapezio inferiore (ampiezza *root mean square* e *amplitude probability distribution function* - APDF) tra pazienti con dolore a livello cervicale e delle spalle *vs* soggetti sani (13; 96). La diversità dei risultati dipende fortemente dai differenti compiti motori richiesti negli studi (117). Pur contrastanti, questi risultati indicano un cambiamento a livello del *pattern* motorio del trapezio inferiore in presenza di dolore cervicale.

#### **MUSCOLO TORACO-APPENDICOLARE SUPERFICIALE: DENTATO ANTERIORE**

Il dentato anteriore partecipa all'*upward rotation* scapolare nonché alla completa elevazione del braccio ed è un fondamentale stabilizzatore della scapola. Pertanto, la sua alterata attività potrebbe compromettere la stabilità del cingolo scapolare e produrre delle forze aberranti a livello del rachide in risposta al dolore cronico cervicale (46). La ritardata attivazione del dentato anteriore e la ridotta durata della sua attività potrebbero essere riconducibili ad una scarsa coordinazione dell'attivazione muscolare che ridurrebbe la qualità della *performance* inducendo un sovraccarico a livello cervico-toracico e modifiche della stabilità scapolare (46). Contrariamente, Castelein e coll. (13) non riscontrano differenze statisticamente significative nell'attività del dentato anteriore.

#### **MUSCOLO SCAPOLO-TORACICO PROFONDO: PICCOLO PETTORALE**

Rispetto ai soggetti asintomatici, i pazienti con neck pain presentano una maggiore attività del piccolo pettorale durante i movimenti dell'arto superiore, ad esempio il *towel wall slide* (13).



## **MUSCOLI DELLA SPALLA: BICIPITE BRACHIALE**

Siccome il bicipite brachiale è facilmente raggiungibile con l'EMG e funzionalmente collabora col trapezio durante molti gesti quotidiani, è esaminato in uno studio di Schulte e coll (88): si approfondisce l'interazione tra bicipite brachiale asintomatico e trapezio superiore dolente. Dai risultati emerge che l'attività del trapezio è inibita, così come la *root mean square* del bicipite. Questo dimostra che il dolore ha conseguenze anche sull'attività dei muscoli limitrofi non dolenti: avverrebbero dunque sia una riorganizzazione locale del controllo motorio del trapezio dolente sia una riorganizzazione centrale del bicipite asintomatico. Inoltre si è visto che la fatica muscolare diminuisce la propriocezione: potrebbe essere un meccanismo di sviluppo dei disordini muscoloscheletrici interessante da indagare (88).

## **MUSCOLI DELLA SPALLA: DELTOIDE**

Viene considerato in quanto sinergico del trapezio superiore. Rispetto ai soggetti sani, nei pazienti con neck pain il deltoide non dolente ha una capacità di attivazione rapida più ridotta (3). Il deltoide non mostra ulteriori alterazioni significative dell'attività elettromiografica (4). Contrariamente, eseguendo delle elevazioni dell'arto superiore, Christensen e coll. (15) hanno riscontrato un'aumentata attività del deltoide nei soggetti con neck pain.

## 4. DISCUSSIONE

### 4.1 SINTESI DELLE EVIDENZE: LE DIFFERENZE ELETTROMIOGRAFICHE

Scopo di questo studio è eseguire una revisione sistematica confrontando le alterazioni elettromiografiche dei muscoli periscapolari nei pazienti con neck pain aspecifico vs soggetti sani. Il concetto principale è che i risultati non mostrano all'unanimità differenze e analogie statisticamente significative dei parametri EMG nei pazienti con neck pain rispetto ai sani e questa variabilità potrebbe essere riconducibile a due fattori: non esiste una risposta motoria al dolore trasversale per tutti i diversi soggetti campionati e gli studi presentano delle discrepanze metodologiche.

La patogenesi del dolore cronico cervicale è riconducibile a meccanismi complessi e multifattoriali, con alterazioni a più livelli: flusso ematico, input neuronale centrale, sistema nervoso autonomo, *pattern* di reclutamento/sovraccarico delle unità motorie e aberrante attività muscolare (4; 8; 14; 30; 40; 43; 61; 87; 91-93). In caso di dolore muscoloscheletrico cronico, le stimolazioni nocicettive possono alterare la rapidità di attivazione del muscolo dolente, meccanismo controbilanciato dalla riorganizzazione della strategia motoria anche a livello degli altri muscoli coinvolti nel movimento (3; 26; 30; 33; 57; 88; 117). In più, l'aumentata sensibilità ad uno stress produce una risposta motoria maladattativa che contribuisce al prolungamento temporale del dolore (21; 72; 84; 99; 100): sarebbe interessante chiarire perché e come diversi pazienti sviluppino differenti meccanismi di sensibilizzazione. Una spiegazione potrebbe essere fornita dalla componente psicologica del dolore e dalle aspettative in quanto fonte di variabilità (10; 38; 72; 94; 96; 98; 100). Invece Nilsen e coll. (73), autori dello studio metodologicamente più limpido contenuto in questa revisione, affermano che l'attività muscolare non giustifica il dolore sviluppato durante un compito stressante. Le variabili soggettive dolore, stress e fatica percepite durante o dopo il compito motorio non sarebbero dunque correlate

all'attività muscolare ma ci sarebbero altri meccanismi centrali responsabili del mantenimento del dolore.

In generale, gli effetti provocati dall'interazione tra dolore e controllo motorio, specialmente in un contesto lavorativo, nei pazienti sono (65; 66; 76):

- ridotto ritmo di lavoro;
- riorganizzazione del *pattern* d'attivazione muscolare;
- ridotta attività EMG nel muscolo dolente;
- aumento delle frequenze dello spettro EMG;
- tendenza ad incrementare l'ampiezza dei movimenti del braccio: questa variabilità aumentata potrebbe essere indice di un controllo motorio meno efficiente;
- dilatazione del tempo di esecuzione di un gesto motorio in presenza di dolore;
- ridotto *gap* della frequenza di riposo;
- il dolore influenza anche l'emilato controlaterale sano.

Si consideri che l'attività muscolare aberrante nei soggetti con neck pain è dovuta ad una combinazione tra deficit del controllo *feed-forward* automatico del rachide cervicale, alterati input neurali ai muscoli e a modifiche morfologiche della muscolatura stessa (8; 26; 30; 43; 78; 87). Secondo molti dati elettromiografici, l'attività dei muscoli agonisti dolenti si riduce e vi è un'iperattivazione della muscolatura antagonista (15; 26; 28; 49; 88). Contrariamente, in alcuni studi (4; 37; 65; 89; 96), la muscolatura dolente risulta iperattiva e ciò potrebbe essere dovuto all'attività muscolare riflessa, al tipo di contrazione, alla sensibilizzazione centrale e/o all'influenza dei fattori intrinseci sul *pattern* motorio. Ad esempio, nel caso del trapezio superiore, rispetto ai soggetti sani i pazienti con neck pain mostrano alterati *pattern* d'attivazione e la letteratura è divisa tra studi che riscontrano un'attività aumentata (27; 43; 56; 57; 96 considerando i pazienti ad alta reattività; 97-99; 101;102) o ridotta (2; 3; 4; 13; 15; 29; 58; 65; 71; 88-90; 96 considerando i pazienti a bassa reattività) in termini di ampiezza, picco di forza EMG, indice di sviluppo della forza/indice di crescita EMG, torque, *mean power frequency*, frequenza mediana, velocità di conduzione, numero di unità motorie reclutate al secondo e potenza media dello spettro. I primi associano l'iperattività ad un effetto facilitatorio e ad un reclutamento di fibre muscolari a soglia più elevata, mentre per i secondi l'attività ridotta si deve all'effetto inibitorio e all'aberrante organizzazione del *pattern* motorio intramuscolare. In ogni caso,

questi cambiamenti indicano una riorganizzazione del controllo motorio nei pazienti sintomatici ed entrambe le alterazioni motorie sono collegate al dolore. Per conciliare le versioni, si consideri la presenza di differenti strategie di attivazione muscolare negli individui eseguendo, in un contesto standardizzato, una *performance* statica lavorativa al videoterminale. In tal caso, gli individui più sintomatici mostrano un'attività muscolare più sbilanciata, mentre l'attività è ridotta e più simmetrica nei pazienti meno reattivi tanto da avvicinarsi al *pattern* motorio dei soggetti sani (96). Gli studi sinora analizzati dimostrano che gli schemi di reclutamento muscolare tra pazienti e soggetti sani sono diversi ma spesso questa differenza non è statisticamente significativa (99). Ad esempio negli studi di Elcadi e coll (24), Johnston e coll. (52), Voerman e coll. (110) e Zakharova-Luneva e coll. (117) non si riscontra un *pattern* di attivazione muscolare anomalo nei due gruppi (pazienti con neck pain vs sani) a livello del trapezio superiore. Durante un lavoro stressante al computer i soggetti sintomatici mostrano sì una maggiore variabilità nell'attività (RMS) e nel riposo (RRT) rispetto ai sani ma la differenza non raggiunge la significatività statistica. Negli studi vengono inoltre considerati compiti motori diversi: contrazioni isometriche dell'arto superiore (2; 3; 24; 37; 43; 58; 88; 89), movimenti ripetitivi dell'arto superiore in flessione, *scaption* e abduzione (4; 13; 15; 46; 62; 90; 116; 117), compiti specifici come ricalcare dei cerchi o raggiungere due obiettivi (27; 29), occupazioni peculiari come usare il computer (52; 56; 57; 71; 96-99; 101; 102; 106; 110; 112) o lavorare la carne (65; 66) nonché l'aggiunta di uno stress mentale al compito motorio (56; 57; 73; 90; 106; 110). I compiti motori molto vari e le differenze tra i gesti eseguiti in condizioni standard di laboratorio rispetto a quelli eseguiti in un contesto reale costituiscono un'altra fonte di discrepanza tra i risultati degli studi. I risultati contrastanti sono la prova della complessità che contraddistingue i sistemi di adattamento nei pazienti con neck pain. Sarebbe dunque cruciale comprendere, tramite ricerche più approfondite, in che modo il dolore e l'attività muscolare si rapportino: una volta chiarito questo concetto si potrebbero sviluppare dei programmi riabilitativi ancora più efficaci volti a minimizzare l'insorgenza dei disordini muscoloscheletrici.

Altra variabile da considerare è la cinematica della scapola. Clinicamente, la fatica ha un impatto maggiore sulla cinematica scapolare nei soggetti sani rispetto ai pazienti con neck pain (116). In più il neck pain altera la cinematica della scapola: l'aberrante postura

scapolare e i cambiamenti nell'attività dei muscoli associati (tra cui il trapezio) contribuirebbero dunque a veicolare il dolore cervicale (116). A favore di questo concetto vi è lo studio di Wegner e coll. (112) i quali aggiungono che esercizi mirati per la postura della scapola favorirebbero l'ottimale distribuzione dell'attività fra i trapezi. Tuttavia, un recente studio (13) ha dimostrato l'opposto, ovvero che la discinesia scapolare non influenza significativamente l'attività dei muscoli scapolotoracici nei pazienti con neck pain vs soggetti sani.

Sempre indagando l'attività muscolare, non tutti gli studi fanno riferimento alle stesse raccomandazioni per registrare e processare il segnale elettromiografico: anche i *bias* insiti nella misurazione dei parametri elettromiografici giustificerebbero parzialmente la presenza di risultati discordanti fra gli studi.

Per quanto concerne l'elaborazione del segnale EMG, la normalizzazione della massima contrazione volontaria (100% MVC) nei pazienti con neck pain è soggetta ad un'importante variabilità individuale in quanto la sintomatologia influenza l'espressione della forza muscolare (2; 45). Invece la normalizzazione di una contrazione di riferimento (30% MVC, 90; 96; 98; 99) è più sensibile rispetto alla MVC al 100% ma non è priva di errori: i parametri tradizionalmente considerati per valutare la fatica e i *drive* neurali che subentrano durante le mansioni dinamiche potrebbero non riflettere accuratamente le variazioni dello spettro elettromiografico, specialmente se la contrazione è < 50% MVC (36).

La frequenza mediana è considerata più sensibile alle variazioni nelle basse frequenze (20-40 Hz) dello spettro EMG (98). Invece parametri legati all'ampiezza (deviazione standard dell'attività muscolare ed il coefficiente della varianza) sono più utili per confrontare la variabilità intra e inter-soggetto. L'ampiezza legata alla probabilità di distribuzione della funzione (APDF) è più sensibile per esaminare le variazioni nel controllo motorio e per misurare lo sforzo muscolare in una mansione svolta da lavoratori che, ad esempio, utilizzano la tastiera del computer (101). Anche Kallenberg & Hermens (56) considerano un campione di lavoratori al videoterminale con dolore cronico, proponendo il potenziale d'azione delle unità motorie (numero di unità motorie reclutate al secondo, MR) come metodo più efficace per valutare il controllo motorio in quanto cambiano le fibre muscolari coinvolte (reclutate quelle a soglia d'attivazione più elevata) e

in quanto gli input del sistema nervoso centrale al muscolo sono maggiori in questi pazienti, mentre la richiesta biomeccanica resta invariata. Nonostante la loro utilità, le misure legate all'ampiezza sono meno affidabili di quelle legate alla frequenza, probabilmente a causa della variabilità inter-individuale (compito svolto, ambiente lavorativo) e perché l'ampiezza dipende da molti fattori sia fisiologici sia collegati al metodo di registrazione del segnale (57; 98).

Per conciliare ulteriormente i risultati degli studi e per chiarire la relazione dolore - controllo motorio, si potrebbe anche considerare l'associazione tra i dati elettromiografici e quelli sulle alterazioni metaboliche muscolari (30; 60; 61). Queste modifiche strutturali sono coerenti con le manifestazioni mioelettriche da fatica osservate all'EMG (29; 71). Interessante evidenziare anche la diversa area di distribuzione dei sintomi legati alla fatica: essi coprono una superficie (trapezio superiore e spalle) più ampia nei pazienti con neck pain aspecifico rispetto ai soggetti sani (29).

E' importante considerare la relazione tra il ridotto tempo di riposo, l'indice di rilassamento più lento, il mantenimento prolungato dell'attività muscolare poco intensa e le patologie da sovraccarico (2; 106). Quest'attività muscolare non è esclusivamente compito-dipendente: bisognerebbe nuovamente ponderare il ruolo dei fattori centrali e psicologici come mediatori del dolore muscolare (43; 53; 68; 101; 111; 118). Il trapezio superiore è un muscolo che aumenta la sua attività nei compiti che richiedono sforzo mentale: al momento è parzialmente dimostrata la correlazione tra lo stress soggettivo (dolore, tensione/stress e fatica percepiti) e l'attività muscolare (106); tuttavia, alcuni studi attestano che la risposta allo stress sia più collegata ai meccanismi di sviluppo del dolore piuttosto che all'attività muscolare (63; 72).

Infine, per fronteggiare il problema della ridotta *endurance* della muscolatura nei lavoratori con neck pain aspecifico, sono proposti parecchi programmi riabilitativi e di allenamento che combinano rinforzo, resistenza, coordinazione ed esercizi funzionali personalizzati (26; 62; 87; 91). Tutto ciò esita in una vivace risposta miogenica che è la base del recupero funzionale, strutturale e metabolico (3; 38; 40; 91-93).

## 4.2 LIMITI DELLO STUDIO

La natura degli studi osservazionali considerati permette di esaminare adeguatamente l'attività muscolare elettromiografica ma è meno utile per trarre conclusioni sulla relazione causa-effetto tra *pattern* d'attivazione muscolare e il dolore.

Assenza di un *gold standard* ed eterogeneità dei modelli proposti per valutare il rischio di *bias* e la qualità degli studi osservazionali. Sarebbe opportuno approfondire l'analisi del rischio di *bias* degli articoli inclusi in questa revisione.

Non si trascuri l'inesperienza della studentessa nella stesura di una revisione sistematica.

L'associazione tra parametri EMG e il dolore è indebolita dall'ampia variabilità individuale dei soggetti campionati. I soggetti studiati sono molto eterogenei, appartenendo alla vasta categoria del neck pain aspecifico.

## **5. CONCLUSIONI**

### **5.1 DIFFERENZE EMG PAZIENTI CON NECK PAIN VS SANI: IMPLICAZIONI PER LA PRATICA CLINICA**

La comprensione dei meccanismi alla base del neck pain dovrebbe modificare la pratica clinica garantendo trattamenti di successo. Se il caso clinico lo richiede, valutare il cingolo scapolare per migliorare la funzione della spalla potrebbe essere un'utile integrazione nel percorso riabilitativo dei pazienti con neck pain. Alcuni pazienti infatti potrebbero presentare delle alterazioni dei muscoli periscapolari durante i movimenti dell'arto superiore, specialmente a livello di ampiezza del segnale EMG e del tempo d'attivazione (considerando specialmente il trapezio e il dentato anteriore): si propone di lavorare su questo aspetto per gestire il quadro doloroso cervicale.

### **5.2 DIFFERENZE EMG PAZIENTI CON NECK PAIN VS SANI: IMPLICAZIONI PER LA RICERCA**

Ai fini della ricerca sarebbe interessante approfondire il rapporto causa-effetto fra dolore cervicale aspecifico e funzione dei muscoli periscapolari. Si è visto che il dolore ha conseguenze sull'attività sia dei muscoli direttamente affetti sia di quelli limitrofi asintomatici. Tuttavia, a causa dei dati contrastanti non si è ancora giunti ad una nitida definizione delle alterazioni del controllo motorio muscolare in rapporto al dolore cervicale. Inoltre non è stato individuato un *pattern* alterato trasversale ai soggetti inclusi negli studi. Pertanto sarebbe interessante definire e approfondire tale riorganizzazione del controllo motorio su due livelli: locale (muscolo dolente) e centrale (muscolo asintomatico). Bisognerebbe eseguire studi metodologicamente più corretti ed omogenei per quanto concerne i parametri di riferimento, i compiti motori e che considerino i vari muscoli del cingolo scapolare e non solo il trapezio superiore.



Tabella 3.4: riassunto articoli inclusi nella revisione.

| Autore e titolo                                                                                                                                                                                                     | Obiettivo                                                                                | Disegno dello studio  | Gruppo sperimentale                                                                                                                                                                                                          | Gruppo di controllo                                                                                                                                  | Muscolo analizzato    | Compito motorio richiesto                                                                                                                                                   | outcome/<br>variabile<br>EMG<br>misurata<br>(ampiezza,<br>frequenza, fatica,<br>velocità di<br>conduzione)                                                                                                                                                                                | Filtro                                                                                                                                                                                                                                                                       | Normalizzazione                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Conclusioni |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Andersen LL,<br>Christoffer H.<br>Andersen,<br>Jørgen H. et al.<br><br>High-Intensity<br>Strength<br>Training<br>Improves<br>Function of<br>Chronically<br>Painful<br>Muscles: Case-<br>Control and<br>RCT Studies. | Indagare le<br>conseguenze<br>del neck pain<br>cronico sulla<br>funzione del<br>trapezio | Case-control<br>study | 42 donne con<br>mialgia al<br>trapezio<br>superiore.<br>Età 44 anni<br>deviazione<br>standard (SD)<br>± 8 anni;<br>altezza 165 cm<br>SD ± 6 cm;<br>peso 72 kg SD<br>± 15 kg; 219 ±<br>19 giorni<br>annuali con<br>neck pain. | 20 donne sane.<br>45 anni SD ± 9<br>anni; altezza<br>167 cm SD ± 6<br>cm; peso 70 kg<br>± 11 kg; 5<br>giorni ± 6<br>giorni annuali<br>con neck pain. | Trapezio<br>superiore | Elevazione<br>della spalla,<br>lato dolente,<br>isometrica, 100<br>cicli<br>consecutivi da<br>2 secondi di<br>tenuta della<br>massima<br>contrazione<br>volontaria<br>(MVC) | Picco di forza/<br>picco EMG;<br><br>massima<br>pendenza<br>positiva in 100<br>secondi<br>eseguita<br>all'inizio della<br>contrazione;<br><br>massima<br>pendenza<br>negativa in 100<br>secondi<br>eseguita alla<br>fine della<br>contrazione;<br><br>median power<br>frequency<br>(MPF). | Filtro high-<br>pass di<br>Butterworth,<br>quarto ordine,<br>frequenza 10<br>Hz,<br>rettificazione<br>full-wave;<br><br>filtro low-pass<br>di Butterworth,<br>quarto ordine,<br>frequenza 10<br>Hz.<br><br>massima<br>contrazione<br>isometrica<br>volontaria<br>(100% MVIC) | Effetti significativi (p<br><0.001) tra i due<br>gruppi considerando<br>le tre variabili<br>dipendenti della<br>forza: picco di forza/<br>picco EMG, indice di<br>sviluppo della forza/<br>indice di crescita<br>EMG e indice di<br>rilassamento.<br>Rispetto alle sane, le<br>pazienti con mialgia<br>al trapezio hanno<br>attività muscolare,<br>forza e resistenza<br>ridotte nell'eseguire<br>contrazioni<br>massimali ripetitive.<br>L'indice di<br>rilassamento è più<br>lento nelle pazienti<br>con mialgia. La<br>capacità di<br>rilassamento<br>completo del<br>muscolo è uguale tra<br>i due gruppi. |             |

| Autore e titolo                                                                                                                                                                 | Obiettivo                                                                                                                              | Disegno dello studio     | Gruppo sperimentale                                                                                                                                                                                                                                         | Gruppo di controllo                                                                                                                                                  | Muscolo analizzato                  | Compito motorio richiesto                                                                                                     | outcome/<br>variabile<br>EMG<br>misurata<br>(ampiezza,<br>frequenza, fatica,<br>velocità di<br>conduzione)                                                               | Filtro                                                                                                                                                                                                                            | Normalizzazione                                    | Conclusioni                                                                                                                                                                                                                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Andersen LL,<br>Holterman A,<br>Jørgensen MB,<br>Sjøgaard G.<br><br>Rapid muscle<br>activation and<br>force capacity<br>in conditions<br>of chronic<br>musculoskeletal<br>pain. | Indagare<br>l'attivazione<br>muscolare<br>rapida e la<br>capacità di<br>esprimere forza<br>in muscoli<br>affetti da<br>dolore cronico. | Cross sectional<br>study | 42 donne con<br>mialgia al<br>trapezio<br>superiore.<br>Età 44 anni<br>deviazione<br>standard (SD)<br>$\pm 8$ anni;<br>altezza 165 cm<br>$\pm 6$ cm;<br>SD $\pm 6$ cm;<br>peso 72 kg SD<br>$\pm 15$ kg; 219 $\pm$<br>19 giorni<br>annuali con<br>neck pain. | 20 donne sane.<br>45 anni SD $\pm 9$<br>anni; altezza<br>167 cm SD $\pm 6$<br>cm; peso 70 kg<br>$\pm 11$ kg; 5<br>giorni $\pm 6$<br>giorni annuali<br>con neck pain. | Trapezio<br>superiore e<br>deltoidi | 3 abduzioni<br>statiche (35° e<br>115°) della<br>spalla eseguite<br>più<br>velocemente e<br>più<br>intensamente<br>possibile. | picco del<br>torque;<br><br>picco ampiezza<br>EMG<br><br>indice di<br>sviluppo del<br>torque;<br><br>indice di<br>crescita<br>dell'EMG;<br><br>rapporto<br>torque-tempo. | filtro low-pass<br>di Butterworth<br>di quarto<br>ordine,<br>frequenza 10<br>Hz con<br>aggiunta torque<br>passivo (forza<br>di gravità);<br><br>filtro high-pass<br>di Butterworth<br>di quarto<br>ordine,<br>frequenza 10<br>Hz. | massima<br>contrazione<br>volontaria<br>(100% MVC) | In caso di dolore<br>muscoloscheletrico<br>cronico, la capacità di<br>attivare rapidamente i<br>muscoli dolorosi e i<br>sinergici non dolenti<br>è più compromessa<br>rispetto alla massima<br>capacità di<br>attivazione<br>muscolare. |

| Autore e titolo                                                                                                                     | Obiettivo                                                                                                                                                          | Disegno dello studio | Gruppo sperimentale                                                                                                                                                                                                  | Gruppo di controllo                                                                                                         | Muscolo analizzato            | Compito motorio richiesto                                                                                                                                                                                                                                                                                              | outcome/<br>variabile<br>EMG<br>misurata<br>(ampiezza,<br>frequenza, fatica,<br>velocità di<br>conduzione) | Filtro                                                                                                                         | Normalizzazione | Conclusioni                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Andersen LL, Nielsen PK, Sogaard K, et al.<br><br>Torque-EMG-velocity relationship in female workers with chronic neck muscle pain. | Indagare gli effetti del neck pain specifico cronico sulla funzione dei muscoli del collo e della spalla durante le contrazioni concentrica, eccentrica e statica. | Non specificato      | 42 donne con mialgia al trapezio superiore.<br>Età 44 anni<br>deviazione standard (SD) $\pm 8$ anni;<br>altezza 165 cm<br>SD $\pm 6$ cm;<br>peso 72 kg SD $\pm 15$ kg; 219 $\pm 19$ giorni<br>annuali con neck pain. | 20 donne sane,<br>media $\pm$ DS 45 $\pm 9$ anni; 167 $\pm 6$ cm; 70 $\pm 11$ kg; 5 $\pm 6$ giorni<br>annuali con neck pain | Trapezio superiore e deltoide | Abduzione spalla in un range da 35° a 115°, 4 ripetizioni (contrazione concentrica lenta 60° s <sup>-1</sup> , contrazione concentrica veloce 180° s <sup>-1</sup> , contrazione eccentrica lenta 60° s <sup>-1</sup> , contrazione statica 75°) con contrazione massimale, 60 secondi di riposo tra ogni contrazione. | rapporto torque-velocità angolare filtrato, curva EMG-tempo.                                               | filtra quarto ordine di Butterworth, low-pass, frequenza 12 e 8 Hz;<br><br>filtra high-pass a 10 Hz; rettificazione full-wave. | 100% MVC        | La mialgia al trapezio superiore si associa a ridotta capacità di esprimere forza muscolare e riduzione dell'attività del trapezio stesso. Le differenze più significative tra i due gruppi si sono osservate nelle contrazioni concentriche lente ed eccentriche del trapezio. Le alterazioni non significative dell'attività del deltoide (sinergico) indicano che il feedback inibitorio è prettamente a carico del muscolo (trapezio) dolente. In caso di mialgia, lo sforzo fisico intenso aumenta il dolore durante le contrazioni massimali. |

| Autore e titolo                                                                                                                                                                                                                                                | Obiettivo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Disegno dello studio  | Gruppo sperimentale                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Gruppo di controllo                                                                                                                    | Muscolo analizzato                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Compito motorio richiesto                                                                            | outcome/<br>variabile<br>EMG<br>misurata<br>(ampiezza,<br>frequenza, fatica,<br>velocità di<br>conduzione) | Filtro                                                         | Normalizzazione | Conclusioni                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Castelein B,<br>Cools A,<br>Parlevliet T,<br>Cagnie B.<br><br>Are chronic<br>neck pain,<br>scapular<br>dyskinesis and<br>altered<br>scapulohoraci<br>c muscle<br>activity<br>interrelated? A<br>case-control<br>study with<br>surface and<br>fine-wire<br>EMG. | Indagare le<br>differenze<br>nell'attività dei<br>muscoli<br>scapolotoracici<br>superficiali e<br>profondi nei<br>pazienti con<br>neck pain vs<br>soggetti sani<br>eseguendo<br>l'elevazione del<br>braccio (catena<br>cinetica aperta<br>e semi-chiusa).<br>Approfondire<br>l'influenza<br>della discinesia<br>scapolare<br>sull'attività dei<br>suddetti<br>muscoli e<br>soggetti. | Case-control<br>study | 19 donne con<br>neck pain<br>aspecifico. Età<br>media 28.3<br>anni SD ± 10.1<br>anni, durata<br>media neck<br>pain 45.6 mesi<br>SD ± 36.3<br>mesi.<br><br>Dolore al collo<br>omolaterale al<br>braccio<br>dominante da<br>più di 30<br>giorni. 3/10<br>VAS minima.<br><br>Soggetti con<br>discinesia<br>scapolare 9,<br>soggetti senza<br>10. | 19 donne sane.<br>Età media 29.3<br>anni SD ± 11.7<br>anni.<br><br>Soggetti con<br>discinesia<br>scapolare 8,<br>soggetti senza<br>11. | Muscoli<br>periscapolari<br>profondi:<br><ul style="list-style-type: none"><li>elevatore<br/>della scapola</li><li>piccolo<br/>pettorale</li><li>romboidi</li></ul><br>Muscoli<br>periscapolari<br>superficiali<br><ul style="list-style-type: none"><li>trapezio<br/>dentato<br/>anteriore</li></ul> | Elevazione<br>dell'arto<br>superiore sul<br>piano scapolare<br>(scaption) e<br>towell wall<br>slide. | Root mean<br>square (RMS)                                                                                  | Filtro high-<br>pass<br>Butterworth 20<br>Hz.<br><br>100% MVIC |                 | In presenza di neck<br>pain aspecifico, nel<br>towell wall slide il<br>piccolo pettorale<br>aumenta la sua<br>attività, mentre si<br>riscontra una ridotta<br>attività del trapezio<br>medio nei soggetti<br>con discinesia<br>scapolare e neck pain<br>nello scaption<br>rispetto ai soggetti<br>senza neck pain con<br>discinesia.<br>Non ci sono<br>differenze<br>statisticamente<br>significative<br>nell'attività del<br>trapezio inferiore e<br>del dentato anteriore.<br>La discinesia<br>scapolare non<br>influenza<br>significativamente<br>l'attività dei muscoli<br>scapolotoracici. |

| Autore e titolo                                                                                                                                       | Obiettivo                                                                                                                                                                                                                      | Disegno dello studio                             | Gruppo sperimentale                                                           | Gruppo di controllo                                                          | Muscolo analizzato                                                                    | Compito motorio richiesto                   | outcome/<br>variabile<br>EMG<br>misurata<br>(ampiezza, frequenza, fatica, velocità di conduzione) | Filtro                                                  | Normalizzazione                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Conclusioni                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Christensen SW, Hirata RP, Graven-Nielsen T.<br><br>The Effect of Experimental Neck Pain on Pressure Pain Sensitivity and Axioscapular Motor Control. | Comprendere se il neck pain (indotto sperimentalmente) influenzi il controllo motorio dei muscoli periscapolari nel movimento di scaption e la sensibilità dolorosa. Si esegue il paragone con un gruppo di controllo di sani. | Studio cross-over randomizzato in singolo cieco. | 12 soggetti donne e uomini. Subito iniezione con soluzione salina ipertonica. | 12 soggetti donne e uomini. Subito iniezione con soluzione salina isotonica. | Trapezio superiore, medio e inferiore, dentato anteriore, deltoide anteriore e medio. | 6 scaption con entrambi gli arti superiori. | Root mean square (RMS)                                                                            | Filtro Butterworth secondo ordine, band-pass 25-450 Hz. | L'EMG integrato (IEMG) alla fine del compito motorio e il tempo per completare il suddetto task. Paragone tra IEMG e linea di riferimento a pendenza = 1. L'onset dell'EMG di tutti i muscoli è normalizzato rispetto al deltoide anteriore del braccio in movimento basandosi su una media di 3 movimenti. | Il dolore locale e quello riferito (indotti tramite iniezione di soluzione salina ipertonica nel muscolo splenio del collo) causano una riduzione dell'attività del trapezio superiore e un aumento dell'attività del deltoide eseguendo un movimento standardizzato del braccio. Inoltre, è dimostrato un collegamento tra l'aumentata attività dei muscoli del tronco e il neck pain. Questi risultati potrebbero essere utili per comprendere i complessi sistemi di adattamento presenti nei pazienti con neck pain. |

| Autore e titolo                                                                                                                                                             | Obiettivo                                                                                                                                                          | Disegno dello studio                | Gruppo sperimentale                                                                                                                                                                                                                           | Gruppo di controllo                               | Muscolo analizzato | Compito motorio richiesto                                                                                                                                                                                                                                                                                 | outcome/<br>variabile<br>EMG<br>misurata<br>(ampiezza, frequenza, fatica, velocità di conduzione) | Filtro                                                   | Normalizzazione | Conclusioni                                                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Elcadi GH,<br>Forsman M,<br>Aasa U, et al.<br><br>Shoulder and forearm oxygenation and myoelectric activity in patients with work-related muscle pain and healthy subjects. | Usare un approccio rigoroso e indagare le differenze tra un gruppo di pazienti con dolore diffuso al rachide cervicale, alla spalla e al braccio vs soggetti sani. | Studio sperimentale non specificato | 18 pazienti on dolore diffuso al rachide cervicale, alla spalla e al braccio. 4 uomini e 14 donne. Dolore presente da 6 mesi a 13 anni (media 6 anni).<br>Lavoratori:<br>10 impiegati;<br>5 igienisti dentali;<br>3 operai. Tutti destrimani. | 17 soggetti sani, senza dolore. Tutti destrimani. | Trapezio superiore | Elevazione della spalla destra. 3 contrazioni isometriche volontarie 100% MVC durata 5 secondi ciascuna. 2 minuti di riposo tra ognuna;<br><br>elevazione della spalla destra. 4 contrazioni isometriche volontarie a 10%, 30%, 50% e 70% MVC, durata 20 secondi ciascuna. 2 minuti di riposo tra ognuna. | Root mean square (RMS);<br><br>mean power frequency (MPF).                                        | Filtro Butterworth secondo ordine, band-pass 10-1000 Hz. | 100% MVC        | Non ci sono differenze tra i due gruppi per quanto concerne la root mean square e la mean power frequency del trapezio superiore. |

| Autore e titolo                                                                                                                                                              | Obiettivo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Disegno dello studio  | Gruppo sperimentale                                                                                                                                                                                                                                                       | Gruppo di controllo                                                                             | Muscolo analizzato | Compito motorio richiesto                                                                      | outcome/<br>variabile<br>EMG<br>misurata<br>(ampiezza,<br>frequenza, fatica,<br>velocità di<br>conduzione) | Filtro                      | Normalizzazione               | Conclusioni                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Falla D,<br>Bilenkij G, Jull G.<br><br>Patients With Chronic Neck pain demonstrate altered patterns of muscle activation during performance of a functional upper limb task. | Confrontare i pattern d'attivazione dei muscoli del collo (trapezio superiore, sternocleidomastoideo e scaleno anteriore) durante e dopo aver eseguito un gesto ripetitivo a basso carico con l'arto superiore in pazienti con neck pain vs sani.<br><br>Comprendere se l'alterata attivazione muscolare sia limitata al trapezio o coinvolga anche i flessori superficiali del collo. | Cross sectional study | 10 pazienti con neck pain aspecifico. 7 donne e 3 uomini. Tutti destrimani. Età media 33.6 anni DS $\pm$ 9.8 anni. Neck pain con esordio insidioso da oltre 3 mesi.<br><br>Neck Disability Index punteggio 10.9/50 DS $\pm$ 4.6/50. VAS punteggio 3.9/10 DS $\pm$ 2.4/10. | 10 soggetti sani. 5 donne e 5 uomini. Tutti destrimani. Età media 31.4 anni DS $\pm$ 11.5 anni. | Trapezio superiore | Ricalcare 3 cerchi in senso antiorario con la mano destra.<br><br>Durata esercizio 2.5 minuti. | Root mean square massima 1 secondo (1sRMS)                                                                 | Filtro frequenza 10-500 Hz. | Ampiezza EMG: % massima 1sRMS | I pazienti con neck pain aspecifico presentano una maggior attivazione dei muscoli accessori del collo durante l'esecuzione di un gesto ripetitivo dell'arto superiore rispetto ai sani. Questo alterato pattern d'attivazione muscolare rappresenterebbe una strategia di alterato controllo motorio volta a minimizzare l'attivazione dei muscoli dolenti o a compensare l'attività deficitaria dei muscoli inibiti. |

| Autore e titolo                                                                                                                                                           | Obiettivo                                                                                                                                                                                                                             | Disegno dello studio | Gruppo sperimentale                                                                                                                                               | Gruppo di controllo                       | Muscolo analizzato | Compito motorio richiesto                                                                                                                                                                                                                           | outcome/<br>variabile<br>EMG<br>misurata<br>(ampiezza, frequenza, fatica, velocità di conduzione)                                                                                                                                                                                                                                                                  | Filtro                                                                                                                   | Normalizzazione                                   | Conclusioni                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Falla D, Farina D.<br><br>Muscle fiber conduction velocity of the upper trapezius muscle during dynamic contraction of the upper limb in patients with chronic neck pain. | Confrontare la velocità di conduzione media (CV) delle fibre muscolari e le sue variazioni nel tempo a livello del trapezio superiore eseguendo un compito motorio ripetitivo con l'arto superiore in pazienti con neck pain vs sani. | Non specificato      | 19 donne. Età 38.1 anni DS $\pm$ 9.5 anni. Storia di neck pain da oltre un anno.<br>Neck Disability Index (NDI) 13.7/50 DS $\pm$ 6.5/50. VAS 4.8/10 $\pm$ 2.2/10. | 9 donne. Età 34.8 anni DS $\pm$ 4.9 anni. | Trapezio superiore | Toccare con la mano, con movimenti ciclici, lo spazio compreso tra due obiettivi. L'obiettivo 1 è posto ad un'altezza tale da raggiungere eseguendo 120° di flessione di spalla e gomito esteso. L'obiettivo 2 è posto in una posizione intermedia. | velocità di conduzione (CV) media a 90° di flessione della spalla: stima del ritardo tra i segnali registrati dalla schiera di elettrodi<br><br>ampiezza e frequenza media dello spettro a 90° di flessione della spalla: rappresentazione tempo-frequenza di Choi-Williams, 30 ms intervallo di tempo; Average Rectified Value (ARV): intervalli di tempo 250 ms. | Filtro - 3 dB, frequenza 10 - 450 Hz.<br>Filtro anti-causal<br>Butterworth di quarto ordine, frequenza cut-off di 10 Hz. | %Pendenza della curva divisa dal valore iniziale. | La CV media, calcolata durante un movimento del braccio a livello del trapezio superiore nei pazienti con neck pain cronico, è minore rispetto ai sani. Il gruppo sperimentale percepisce più fatica rispetto al controllo. Sempre nel gruppo sperimentale, i sintomi della fatica coprono un'area (trapezio superiore e spalle) più ampia rispetto al gruppo di controllo. |



| Autore e titolo                                                                                                                                                           | Obiettivo                                                                                                                                                          | Disegno dello studio     | Gruppo sperimentale                                                                                                                                                         | Gruppo di controllo                                                                                                  | Muscolo analizzato    | Compito motorio richiesto                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | outcome/<br>variabile<br>EMG<br>misurata<br>(ampiezza,<br>frequenza, fatica,<br>velocità di<br>conduzione)                                                                                                                                                                                             | Filtro                                                 | Normalizzazione                                                                                                                                                                                                     | Conclusioni |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Goudy N,<br>McLean L.<br><br>Using<br>myoelectric<br>signal<br>parameters to<br>distinguish<br>between<br>computer<br>workers with<br>and without<br>trapezius<br>myalgia | Sviluppare e<br>testare un<br>modello EMG<br>multivariato<br>che potrebbe<br>permettere di<br>distinguere i<br>soggetti con<br>mialgia al<br>trapezio e i<br>sani. | Cross sectional<br>study | 24 pazienti con<br>mialgia al<br>trapezio. 21<br>donne e 3<br>uomini. Tutti<br>lavoratori al<br>videoterminale<br>con dolore al<br>trapezio da<br>almeno 30<br>giorni/anno. | 27 soggetti<br>sani. 14 donne<br>e 13 uomini.<br><br>Stesso<br>ambiente<br>lavorativo del<br>gruppo<br>sperimentale. | Trapezio<br>superiore | 1. riposo;<br>2. scaption a<br>90°, tenuta 4<br>secondi;<br>3. posizione<br>statica del<br>braccio (45°<br>flessione sul<br>piano<br>scapolare),<br>mantenere più<br>a lungo<br>possibile;<br>4. posizione<br>statica del<br>braccio (90°<br>flessione sul<br>piano<br>scapolare),<br>mantenere più<br>a lungo<br>possibile;<br>5. contrazione<br>isometrica<br>volontaria<br>massima, 3<br>ripetizioni. | Fatica<br>muscolare:<br>Ampiezza -<br>Root Mean<br>Square (RMS)<br>all'inizio e alla<br>fine di ogni<br>contrazione<br>sostenuta.<br><br>Ampiezza<br>attivazione<br>muscolare a<br>riposo: supine-<br>ratio e sit-lie<br>ratio.<br><br>Controllo<br>motorio:<br>%massima<br>ampiezza<br>d'attivazione. | Filtro bandpass<br>da 10 a 1000<br>Hz.<br><br>100% MVC | I pazienti con mialgia<br>al trapezio hanno un<br>tempo di riposo<br>significativamente<br>ridotto rispetto ai sani<br>eseguendo un<br>compito statico a 45°<br>di flessione del<br>braccio sul piano<br>scapolare. |             |

| Autore e titolo                                                                                                                                                                                                                                                     | Obiettivo                                                                                                                                                                                                                        | Disegno dello studio | Gruppo sperimentale                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Gruppo di controllo                                                                                                                                 | Muscolo analizzato    | Compito motorio richiesto                                                                        | outcome/<br>variabile<br>EMG<br>misurata<br>(ampiezza,<br>frequenza, fatica,<br>velocità di<br>conduzione) | Filtro                                                        | Normalizzazione                                                                                                                                                                                                                   | Conclusioni                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Hallman DM,<br>Lindberg LG,<br>Ametz BB,<br>Lyskov E.<br><br>Effects of static<br>contraction and<br>cold<br>stimulation<br>on<br>cardiovascular<br>autonomic<br>indices,<br>trapezius blood<br>flow and<br>muscle activity<br>in chronic<br>neck-shoulder<br>pain. | Indagare<br>l'attività<br>muscolare a<br>riposo e in<br>risposta ad una<br>presa manuale<br>sostenuta, ad<br>uno stimolo<br>freddo e al<br>ritmo<br>respiratorio in<br>pazienti con<br>dolore cronico<br>al trapezio vs<br>sani. | Non<br>specificato   | 23 pazienti con<br>mialgia al<br>trapezio<br>superiore da<br>almeno 6<br>settimane. VAS<br>3.6/10 DS $\pm$<br>1.5/10. 21<br>donne e 2<br>uomini. Età<br>40.5 anni DS<br>$\pm$ 7.1 anni. BMI<br>25.2 kg/m <sup>2</sup> DS<br>$\pm$ 4.2 kg/m <sup>2</sup> .<br>Neck<br>Disability<br>Index 21.6 DS<br>$\pm$ 10. | 22 soggetti<br>sani. 19 donne<br>e 2 uomini. Età<br>40.8 anni DS<br>$\pm$ 7 anni. BMI<br>24.3 kg/m <sup>2</sup> DS<br>$\pm$ 3.7 kg/m <sup>2</sup> . | Trapezio<br>superiore | Test presa<br>manuale statica<br>al 30% della<br>MVC;<br><br>test pressione +<br>stimolo freddo. | Root mean<br>square (RMS)                                                                                  | Filtro low-pass<br>1000 Hz;<br><br>filtro high-pass<br>35 Hz. | Root mean<br>square EMG di<br>riferimento:<br>decimo<br>secondo della<br>contrazione<br>submassimale<br>mantenuta 15<br>secondi,<br>eseguita<br>un'elevazione<br>bilaterale delle<br>braccia nel<br>piano frontale<br>fino a 90°. | Nel gruppo<br>sperimentale sono<br>presenti segni di<br>attivazione aberrante<br>del sistema nervoso<br>simpatico: ridotto<br>flusso ematico e<br>aumento della<br>risposta<br>elettromiografica in<br>risposta alla presa<br>manuale statica e<br>durante lo stimolo<br>freddo doloroso.<br>Questi dati<br>supportano l'ipotesi<br>di coinvolgimento del<br>sistema nervoso<br>autonomo a livello<br>locale e sistemico in<br>soggetti con dolore<br>cronico a livello del<br>collo e delle spalle. |

| Autore e titolo                                                                                                                                                          | Obiettivo                                                                                                                                                                                                | Disegno dello studio | Gruppo sperimentale                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Gruppo di controllo                                                 | Muscolo analizzato                                       | Compito motorio richiesto                                            | outcome/<br>variabile<br>EMG<br>misurata<br>(ampiezza,<br>frequenza, fatica,<br>velocità di<br>conduzione)    | Filtro                                                                                             | Normalizzazione | Conclusioni                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Helgadóttir H, Kristjánsson E, Einarsson E, et al.<br><br>Altered activity of the serratus anterior during unilateral arm elevation in patients with cervical disorders. | Verificare la presenza o meno di un pattern di attività muscolare alterata del dentato anteriore e del trapezio eseguendo un'elevazione dell'arto superiore in pazienti con neck pain specifico vs sani. | Non specificato      | Pazienti con neck pain aspecifico da almeno 6 mesi. 22 soggetti, 20 donne e 2 uomini. Età 35 anni DS $\pm$ 8 anni. Neck Disability Index punteggio 29 $\pm$ 10. VAS 4.8 $\pm$ 1/10. Body Chart: 13 pazienti con sintomi bilaterali, 4 pazienti con sintomi a destra, 5 pazienti con sintomi a sinistra. | 23 soggetti sani, 18 donne e 5 uomini. Età 30 anni DS $\pm$ 8 anni. | Dentato anteriore, trapezio superiore, medio e inferiore | Elevazione arto superiore. 3 secondi di riposo tra ogni ripetizione. | Onset attivazione muscolare all'inizio dell'elevazione del braccio; durata dell'attività muscolare (secondi). | Filtro band-pass frequenza cut-off 16 e 482 Hz (3 dB); filtro high-pass frequenza cut-off a 30 Hz. | Non specificato | La ritardata attivazione del dentato anteriore e la ridotta durata della sua attività potrebbero essere riconducibili ad una scarsa coordinazione dell'attivazione muscolare che ridurrebbe la qualità neuromuscolare della performance inducendo un sovraccarico a livello cervico-toracico nonché perturbazioni della stabilità scapolare. |

| Autore e titolo                                                                                                                                                                            | Obiettivo                                                                                                                                                                                                        | Disegno dello studio     | Gruppo sperimentale                                                                                                                                                                 | Gruppo di controllo                                                            | Muscolo analizzato    | Compito motorio richiesto                                                                                                                                                                                                                                    | outcome/<br>variabile<br>EMG<br>misurata<br>(ampiezza,<br>frequenza, fatica,<br>velocità di<br>conduzione)                                                                                                                     | Filtro                                         | Normalizzazione                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Conclusioni                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Johnston V,<br>Jull G, Darnell<br>R, et al.<br><br>Alterations in<br>cervical muscle<br>activity in<br>functional and<br>stressful tasks<br>in female<br>office workers<br>with neck pain. | Documentare<br>le differenze<br>tra le<br>lavoratrici con<br>neck pain di<br>diverso livello<br>misurando gli<br>agenti<br>stressanti sul<br>lavoro, le<br>richieste<br>lavorative e<br>l'attività<br>muscolare. | Cross sectional<br>study | 85 lavoratrici<br>con neck pain<br>di livelli<br>diversi (33<br>senza dolore,<br>38 dolore lieve,<br>14 dolore<br>moderato).<br>Lavoratori da<br>almeno 2 anni/<br>4 ore al giorno. | 22 donne non<br>lavoratrici da<br>almeno 1 anno.<br>No storia di<br>neck pain. | Trapezio<br>superiore | Scrivere al<br>computer in<br>condizione<br>standard e con<br>stress aggiunto<br>(scrivere più<br>parole con<br>meno errori<br>possibili con<br>stimoli vocali<br>esterni);<br><br>Stroop colour<br>word test.<br><br>Ognuno della<br>durata di 5<br>minuti. | Root mean<br>square 1<br>secondo<br>(1sRMS);<br><br>%1sRMS<br>massima<br>ottenuta<br>durante la<br>registrazione<br>della<br>contrazione di<br>riferimento a<br>cui è sottratto il<br>valore della<br>contrazione a<br>riposo. | Filtro band-<br>pass frequenza<br>10 - 500 Hz. | Contrazione di<br>riferimento non<br>massimale.<br>Trapezio<br>superiore:<br>abduzione del<br>braccio<br>bilaterale a 90°<br>con gomito<br>esteso e palmo<br>della mano<br>rivolto<br>caudalmente.<br>Tempo tenuta:<br>10 secondi,<br>ripetuto 3<br>volte, 30<br>secondi pausa<br>tra ogni<br>ripetizione. | Non ci sono<br>differenze, in termini<br>di agenti stressanti<br>sul lavoro e richieste<br>lavorative, tra<br>lavoratrici e non. Le<br>lavoratrici presentano<br>un'ampiezza<br>aumentata dei flessori<br>e degli estensori del<br>collo ma non del<br>trapezio superiore.<br>Ciò suggerisce che<br>l'alterato<br>reclutamento<br>muscolare potrebbe<br>essere relazionata ai<br>disordini<br>muscoloscheletrici. |

| Autore e titolo                                                                                                                                                                               | Obiettivo                                                                                                                                                                                                              | Disegno dello studio | Gruppo sperimentale                                                                                                                                                                                                                                                            | Gruppo di controllo                                                                                                                                                                                    | Muscolo analizzato    | Compito motorio richiesto                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | outcome/<br>variabile<br>EMG<br>misurata<br>(ampiezza,<br>frequenza, fatica,<br>velocità di<br>conduzione)                                                                                                                                                   | Filtro                                                      | Normalizzazione    | Conclusioni                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kallenberg L.A.,<br>Hermens H.J.<br><br>Motor unit<br>action potential<br>rate and motor<br>unit action<br>potential shape<br>properties in<br>subjects with<br>work-related<br>chronic pain. | Indagare le<br>differenze nel<br>controllo<br>motorio del<br>trapezio<br>superiore nei<br>soggetti con<br>dolore cronico<br>correlato al<br>lavoro vs<br>soggetti sani<br>eseguendo un<br>compito al<br>videoterminale | Non<br>specificato   | 10 pazienti<br>lavoratori al<br>videoterminale<br>con dolore al<br>collo o alle<br>spalle per più<br>di 30 giorni/<br>anno. 6 donne<br>e 4 uomini. Età<br>media 36.1<br>anni range<br>24-51 anni.<br>BMI 23.0 kg/<br>m <sup>2</sup> range<br>19.4-28.3 kg/<br>m <sup>2</sup> . | 13 soggetti<br>lavoratori al<br>videoterminale.<br>11 donne e 2<br>uomini. Età<br>media 38.9<br>anni range<br>20-54 anni.<br>BMI 23.0 kg/<br>m <sup>2</sup> range<br>18.2-27.1 kg/<br>m <sup>2</sup> . | Trapezio<br>superiore | 1. scrivere con<br>la tastiera del<br>computer;<br>2. lavoro di<br>revisione;<br>3. usare il<br>mouse;<br>4. compito in<br>cui il soggetto<br>è sottoposto a<br>stress cognitivo<br>(STROOP<br>colour word<br>test)<br>5. muovere il<br>braccio<br>dominante fra<br>tre aree target<br>circolari in cui<br>bisogna<br>disegnare dei<br>segni a matita | Root mean<br>square (RMS);<br><br>potenziale<br>d'azione delle<br>unità motorie<br>(numero di<br>unità motorie<br>reclutate al<br>secondo MR);<br><br>root mean<br>square del<br>potenziale<br>d'azione delle<br>unità motorie;<br><br>frequenza<br>mediana. | Filtro band-<br>pass frequenza<br>cut-off di 6 -<br>500 Hz. | Non<br>specificato | Il MR, la root mean<br>square del potenziale<br>d'azione delle unità<br>motorie e la<br>frequenza mediana<br>aumentate nel gruppo<br>sperimentale<br>suggeriscono che le<br>unità motorie a soglia<br>d'attivazione più<br>elevata siano<br>coinvolte nei lavori al<br>computer con dolore<br>cronico. Inoltre,<br>anche l'input del<br>sistema nervoso<br>centrale al muscolo è<br>maggiore nei pazienti<br>con dolore cronico,<br>mentre la richiesta<br>biomeccanica resta<br>invariata. Il MR<br>sembra essere il<br>metodo più efficace e<br>meno invasivo per<br>valutare il controllo<br>motorio e gli input<br>che dal sistema<br>nervoso centrale<br>giungono al muscolo. |

| Autore e titolo                                                                                                                                                                                                                            | Obiettivo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Disegno dello studio | Gruppo sperimentale                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Gruppo di controllo                                                                                                                                                                                                                                        | Muscolo analizzato    | Compito motorio richiesto                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | outcome/<br>variabile<br>EMG<br>misurata<br>(ampiezza,<br>frequenza, fatica,<br>velocità di<br>conduzione)                                                                                                                                             | Filtro                                                      | Normalizzazione                                                                                                                                                                                 | Conclusioni                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kallenberg LA,<br>Hermens HJ,<br>Vollenbroek-<br>Hutten MMR.<br><br>Distinction<br>between<br>computer<br>workers with<br>and without<br>work-related<br>neck-shoulder<br>complaints<br>based on<br>multiple<br>surface EMG<br>parameters. | Comprendere<br>se sia possibile<br>distinguere i<br>soggetti senza<br>dolore<br>o con dolore<br>correlato al<br>lavoro al<br>rachide<br>cervicale e/o<br>alla spalla da<br>almeno 30<br>giorni. Il<br>dolore<br>compromette<br>l'attività<br>lavorativa.<br>Lavoratori al<br>videoterminale<br>almeno 20 ore<br>settimanali.<br><br>Per l'analisi<br>logistica di<br>regressione:<br>10 pazienti, 1<br>uomo e 9<br>donne. Età<br>media 40.7<br>anni. BMI<br>medio 23.1 kg/<br>m <sup>2</sup> . | Non<br>specificato   | 13 pazienti con<br>dolore<br>correlato al<br>lavoro al<br>rachide<br>cervicale e/o<br>alla spalla da<br>almeno 30<br>giorni. Il<br>dolore<br>compromette<br>l'attività<br>lavorativa.<br>Lavoratori al<br>videoterminale<br>almeno 20 ore<br>settimanali.<br><br>Per l'analisi<br>logistica di<br>regressione:<br>9 pazienti, 4<br>uomini e 5<br>donne. Età<br>media 36.1<br>anni. BMI<br>medio 23 kg/<br>m <sup>2</sup> . | 14 soggetti<br>sani.<br>Lavoratori al<br>videoterminale<br>almeno 20 ore<br>settimanali.<br><br>Per l'analisi<br>logistica di<br>regressione:<br>10 pazienti, 1<br>uomo e 9<br>donne. Età<br>media 40.7<br>anni. BMI<br>medio 23.1 kg/<br>m <sup>2</sup> . | Trapezio<br>superiore | 1. scrivere con<br>la tastiera del<br>computer;<br>2. lavoro di<br>revisione;<br>3. usare il<br>mouse<br>(risultato<br>essere il<br>modello<br>migliore);<br>4. compito in<br>cui il soggetto<br>è sottoposto a<br>stress cognitivo<br>(STROOP<br>colour word<br>test)<br>5. muovere il<br>braccio<br>dominante fra<br>tre aree target<br>circolari in cui<br>bisogna<br>disegnare dei<br>segni a matita | Root mean<br>square (RMS);<br><br>potenza media<br>dello spettro;<br><br>numero di<br>potenziali<br>d'azione delle<br>unità motorie<br>coinvolti al<br>secondo (MR);<br><br>proprietà e<br>forma dei<br>potenziali<br>d'azione delle<br>unità motorie. | Filtro band-<br>pass frequenza<br>cut-off di 6 -<br>500 Hz. | Analisi di<br>regressione<br>logistica:<br>Coefficiente Bi<br>moltiplicato<br>per i valori<br>medi dell'input<br>Xi.<br><br>Bi =<br>importanza di<br>ogni parametro<br>input per il<br>modello. | I parametri più<br>discriminativi per<br>distinguere i pazienti<br>con neck pain dai<br>soggetti sani sono:<br>frequenza media<br>della potenza dello<br>spettro<br>FMEAN <sub>MUAP_SD</sub> ;<br>deviazione standard<br>del potenziale<br>d'azione delle unità<br>motorie (MR_SD);<br>pendenza della root<br>mean square<br>(RMS_slope).<br>FMEAN <sub>MUAP_SD</sub><br>ridotta e MR_SD e<br>RMS_slope<br>aumentate nel gruppo<br>sperimentale. Sono<br>necessari ulteriori<br>studi per elaborare un<br>modello oggettivo<br>che identifichi i<br>lavoratori con<br>disturbi<br>muscoloscheletrici al<br>rachide cervicale e<br>alle spalle. |

| Autore e titolo                                                                                                                                                                                               | Obiettivo                                                                                                                                                                                                                                                        | Disegno dello studio | Gruppo sperimentale                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Gruppo di controllo                                                                                                                                                                                              | Muscolo analizzato    | Compito motorio richiesto                                                                                                                                                                                              | outcome/<br>variabile<br>EMG<br>misurata<br>(ampiezza,<br>frequenza, fatica,<br>velocità di<br>conduzione)                                                                                                                                                                                       | Filtro                                                             | Normalizzazione    | Conclusioni                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kallenberg LA,<br>Schulte E,<br>Disselhorst-<br>Klug C,<br>Hermens HJ.<br><br>Myoelectric<br>manifestations<br>of fatigue at<br>low contraction<br>levels in<br>subjects with<br>and without<br>chronic pain. | Indagare le<br>differenti<br>manifestazioni<br>mioelettriche<br>della fatica nei<br>soggetti con<br>dolore cronico<br>al rachide<br>cervicale e/o<br>alle spalle vs<br>soggetti sani<br>eseguendo una<br>contrazione<br>muscolare<br>sostenuta a<br>bassa forza. | Non<br>specificato   | 10 pazienti con<br>dolore cronico.<br>Lavoratori,<br>almeno 20 ore<br>settimanali. Il<br>dolore è<br>correlato al<br>lavoro ed è<br>localizzato a<br>livello del<br>rachide<br>cervicale e/o<br>della spalla;<br>durata almeno<br>30 giorni. 6<br>uomini e 4<br>donne. Età<br>media 36.7<br>anni DS $\pm$ 9.3<br>anni. BMI 22.5<br>kg/m <sup>2</sup> DS $\pm$ 2.8<br>kg/m <sup>2</sup> . | 10 soggetti<br>sani.<br>Lavoratori,<br>almeno 20 ore<br>settimanali. 5<br>donne e 5<br>uomini. Età<br>media 31 anni<br>DS $\pm$ 11.7 anni.<br>BMI 21.5 kg/<br>m <sup>2</sup> DS $\pm$ 1.6<br>kg/m <sup>2</sup> . | Trapezio<br>superiore | Elevazione di<br>spalla<br>isometrica a 40<br>N. Durata<br>esercizio 15<br>minuti.<br><br>Contrazioni a 5<br>livelli di forza<br>differenti<br>(20,40, 60, 80,<br>100 N) della<br>durata di 10<br>secondi<br>ciascuna. | Root mean<br>square<br>(RMS <sub>G</sub> );<br><br>frequenza<br>mediana<br>(FMED <sub>G</sub> );<br><br>velocità di<br>conduzione<br>(CV);<br><br>numero di<br>potenziali<br>d'azione delle<br>unità motorie<br>reclutate al<br>secondo<br>(MUAP Rate);<br><br>proprietà e<br>forma dei<br>MUAP. | Filtro<br>Butterworth<br>band-pass<br>frequenza di 10<br>- 500 Hz. | Non<br>specificato | Il gruppo<br>sperimentale mostra<br>minori segni<br>mioelettrici di fatica<br>rispetto al gruppo di<br>controllo - sani. Ciò<br>suggerisce un<br>reclutamento<br>aggiuntivo di unità<br>motorie a soglia<br>d'attivazione più<br>elevata. Inoltre parte<br>delle unità motorie<br>dei lavoratori con<br>dolore cronico sono<br>già affaticate prima di<br>iniziare l'esperimento<br>motorio. |

| Autore e titolo                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Obiettivo                                                                                                                                                                                                                            | Disegno dello studio     | Gruppo sperimentale                                                                                                  | Gruppo di controllo                                                                                                      | Muscolo analizzato                                                                         | Compito motorio richiesto                                                                                                               | outcome/<br>variabile<br>EMG<br>misurata<br>(ampiezza,<br>frequenza, fatica,<br>velocità di<br>conduzione)                                                                                                                                                                            | Filtro                                                                 | Normalizzazione    | Conclusioni                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Larsson B,<br>Björk J, Elert J<br>et al.<br><br>Mechanical<br>performance<br>and<br>electromyogra<br>phy during<br>repeated<br>maximal<br>isokinetic<br>shoulder<br>forward<br>flexions in<br>female cleaners<br>with and<br>without<br>myalgia of the<br>trapezius<br>muscle and in<br>healthy<br>controls. | Comprendere<br>l'influenza del<br>lavoro statico e<br>ripetitivo a<br>livello dei<br>muscoli del<br>collo e delle<br>spalle nei<br>pazienti con<br>mialgia del<br>trapezio. Si<br>esegue una<br>flessione<br>dell'arto<br>superiore. | Cross sectional<br>study | 25 addetti alle<br>pulizie con<br>mialgia cronica<br>del trapezio<br>legata al lavoro<br>(almeno 30<br>giorni/anno). | Gruppo di<br>controllo 1:<br>25 addetti alle<br>pulizie sani.<br><br>Gruppo di<br>controllo 2:<br>21 insegnanti<br>sane. | Trapezio<br>superiore;<br>deltoide<br>anteriore;<br>bicipite<br>brachiale;<br>infrascapolo | Test isocinetico<br>di endurance.<br>Eseguita 150<br>flessioni<br>dinamiche di<br>spalla<br>massimali.<br>Indagato l'arto<br>dominante. | Root mean<br>square (RMS);<br><br>Frequenza<br>media;<br><br>Peak torque<br>EMG;<br><br>Abilità di<br>riposo<br>muscolare:<br>ratio tra la root<br>mean square<br>della fase di<br>estensione<br>passiva<br>dell'arto e la<br>root mean<br>square della<br>flessione attiva<br>(SAR). | Filtro low-pass<br>800 Hz. 40 Hz;<br><br>filtro high-pass<br>da 16 Hz. | Non<br>specificato | La mialgia si associa<br>a ridotta endurance e<br>a maggiori livelli di<br>fatica percepita nei<br>pazienti con mialgia.<br>L'abilità di riposo del<br>trapezio si riduce con<br>l'età ed è risultata<br>anche più bassa in<br>tutti gli addetti alle<br>pulizie inclusi nello<br>studio rispetto alle<br>insegnanti. Questo<br>studio cross sectional<br>mostra che la mialgia<br>del trapezio non<br>influenza la forza<br>bensì l'endurance dei<br>flessori di spalla<br>negli addetti alle<br>pulizie. |



| Autore e titolo                                                                                                                                                               | Obiettivo                                                                                                                                                        | Disegno dello studio          | Gruppo sperimentale                                                                                                                                 | Gruppo di controllo                                                | Muscolo analizzato               | Compito motorio richiesto                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | outcome/<br>variabile<br>EMG<br>misurata<br>(ampiezza,<br>frequenza, fatica,<br>velocità di<br>conduzione) | Filtro                                                                                                             | Normalizzazione                                  | Conclusioni                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Madeleine P, Lundager B, Voigt M, Arendt-Nielsen L.<br><br>Shoulder muscle coordination during chronic and acute experimental neck-shoulder pain. An occupational pain study. | Misurare e confrontare gli effetti del dolore cronico o acuto a livello del rachide cervicale e delle spalle sul controllo motorio in un contesto occupazionale. | Studio clinico e sperimentale | 12 uomini. Età media 47.4 anni $\pm$ 1.84 anni. Macellai con dolore cervicale-spalle da almeno 3 mesi. VAS minima 3/10 eseguendo il proprio lavoro. | 6 soggetti di sesso maschile. Età media 43.8 anni $\pm$ 2.75 anni. | Trapezio superiore e infrapinato | 1. prendere un filetto dal nastro trasportatore;<br>2. posizionare il filetto sul tavolo da lavoro;<br>3. tagliare il filetto in diagonale con una forza di circa 30 N;<br>4. tagliare il filetto una seconda volta parallelamente al piano frontale con una forza di circa 30 N;<br>5. porre il filetto su un secondo nastro trasportatore. | Root mean square (RMS);<br><br>periodo di riposo muscolare;<br><br>mean power frequency (MPF);             | Filtro band-pass frequenza 10 - 400 Hz.<br><br>Filtro Butterworth low-pass quarto ordine e frequenza cut-off 3 Hz. | Eseguire un taglio applicando una forza di 30 N. | Effetti dolore-controllo motorio in compito lavorativo:<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• ridotto ritmo di lavoro;</li> <li>• riorganizzazione del pattern d'attivazione muscolare;</li> <li>• ridotta attività EMG in muscolo innettato; aumento delle frequenze dello spettro EMG;</li> <li>• tendenza ad aumentare l'ampiezza dei movimenti del braccio;</li> <li>• il dolore influenza anche l'emilato controlaterale sano; Partendo da questi concetti si potrebbero sviluppare dei programmi per minimizzare l'insorgenza di disordini muscoloscheletrici.</li> </ul> |

| Autore e titolo                                                                                                                                                                                                  | Obiettivo                                                                                                                                            | Disegno dello studio  | Gruppo sperimentale                                                                    | Gruppo di controllo                                                                            | Muscolo analizzato                                     | Compito motorio richiesto                                     | outcome/<br>variabile<br>EMG<br>misurata<br>(ampiezza,<br>frequenza, fatica,<br>velocità di<br>conduzione) | Filtro                                                                        | Normalizzazione                                                                                                                                  | Conclusioni                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Madeleine P,<br>Mathiassen SE,<br>Arendt-Nielsen L.<br><br>Changes in the degree of motor variability associated with experimental and chronic neck-shoulder pain during a standardised repetitive arm movement. | Indagare gli effetti del dolore cervicale-spalle acuto e cronico sulla variabilità motoria in termini di timing, cinematica e attivazione muscolare. | Cross sectional study | 12 uomini.<br>Macellai con dolore cervicale-spalle. Età media 48.6 anni DS ± 7.2 anni. | 6 macellai di sesso maschile senza dolore cervicale-spalle. Età media 43.8 anni DS ± 6.7 anni. | Trapezio superiore; infrascapoloide anteriore e medio. | Movimento ripetitivo del braccio, comune mansione lavorativa. | Root mean square (RMS)                                                                                     | Filtro Butterworth low-pass quarto ordine, 10-400 Hz, frequenza cut-off 3 Hz. | Valori di riferimento della root mean square EMG di ogni muscolo calcolati durante il tempo di riposo del braccio sul tavolo di lavoro (300 ms). | Il dolore altera la variabilità motoria e il passaggio da dolore acuto a cronico è associato a modifiche del pattern motorio. Il tempo di esecuzione del compito motorio aumenta in presenza di dolore. Il dolore acuto è collegato alla ricerca di una soluzione motoria volta a ridurre la nocicezione mentre il dolore cronico è caratterizzato da una ridotta flessibilità motoria. |

| Autore e titolo                                                                                                       | Obiettivo                                                                                                                                                                                                                                                            | Disegno dello studio | Gruppo sperimentale                                                                                                                           | Gruppo di controllo                                                                                                                             | Muscolo analizzato | Compito motorio richiesto                                                                                                             | outcome/<br>variabile<br>EMG<br>misurata<br>(ampiezza,<br>frequenza, fatica,<br>velocità di<br>conduzione)                                                                                                                          | Filtro                                       | Normalizzazione | Conclusioni                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Mork PJ,<br>Westgaard RH.<br><br>Low-amplitude trapezius activity in work and the relation to shoulder and neck pain. | Esaminare l'associazione tra l'attività sostenuta delle unità motorie a bassa soglia del trapezio e il dolore a livello cervicale-spalla. Si considerano anche i pattern d'attivazione del muscolo durante il lavoro e l'attività ricreativa inter e intra-soggetto. | Non specificato      | 53 pazienti con dolore a livello cervicale-spalla.<br>Lavoratrici: segretarie, impiegate al videoterminale, operatrici sanitarie, negozianti. | 65 soggetti senza dolore a livello cervicale-spalla.<br>Lavoratrici: segretarie, impiegate al videoterminale, operatrici sanitarie, negozianti. | Trapezio superiore | Registrato EMG durante attività lavorativa in tutti i 118 soggetti.<br><br>Registrato EMG durante attività ricreativa in 73 soggetti. | Root mean square della massima contrazione volontaria (% EMG max);<br><br>periodo di riposo muscolare (< 0.5% EMG max);<br><br>tempo di scarica; durata media della scarica; numero di scariche/ora; ampiezza media delle scariche. | Filtro band-pass 20-800 Hz.<br><br>100% MVIC |                 | Si riscontrano due meccanismi dolorosi diversi che coinvolgono il trapezio: uno correlato alla prolungata attività delle unità motorie a bassa soglia, l'altro opera indipendentemente dall'attività sostenuta sempre dalle unità motorie a bassa soglia. |

| Autore e titolo                                                                                                                                                             | Obiettivo                                                                                                                                                                                                                                                                           | Disegno dello studio | Gruppo sperimentale                                                                                            | Gruppo di controllo                             | Muscolo analizzato | Compito motorio richiesto                                                                                                | outcome/<br>variabile<br>EMG<br>misurata<br>(ampiezza, frequenza, fatica, velocità di conduzione) | Filtro                                 | Normalizzazione | Conclusioni                                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nilsen KB, Westgaard RH, et al.<br><br>Pain induced by low-grade stress in patients with fibromyalgia and chronic shoulder/neck pain, relation to surface electromyography. | Analizzare l'attività muscolare durante e dopo uno stress cognitivo in pazienti con dolore cronico a livello cervicale-spalla. S'indaga la correlazione tra dolore muscoloscheletrico, fatica percepita, stress percepito e attività muscolare durante e dopo un evento stressante. | Non specificato      | 29 donne con dolore cronico a livello cervicale-spalla, durata > 3 mesi/anno. Età media 41.1 anni ± 11.3 anni. | 35 donne sane. Età media 39.7 anni ± 12.3 anni. | Trapezio superiore | Compito stressante:<br>tempo di reazione, doppia scelta su un monitor. Durata 1 ora.<br><br>Periodo di riposo 30 minuti. | Root mean square < 1.5 µV prima, durante e dopo l'esecuzione del compito stressante.              | Filtro band-pass frequenza 10-1250 Hz. | Non specificato | L'attività muscolare non correla con le variabili soggettive dolore, stress e fatica percepite durante o dopo il compito richiesto. |

| Autore e titolo                                                                                                                                                                                                                                         | Obiettivo                                                                                                                                                               | Disegno dello studio | Gruppo sperimentale                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Gruppo di controllo                                                                                                                                                               | Muscolo analizzato                               | Compito motorio richiesto                                                                                                                                                                                    | outcome/<br>variabile<br>EMG<br>misurata<br>(ampiezza,<br>frequenza, fatica,<br>velocità di<br>conduzione)                                                                                | Filtro                                                                                                                                                                                                       | Normalizzazione | Conclusioni                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Schulte E,<br>Kallenberg<br>LAC,<br>Christensen H<br>et al.<br><br>Comparison of<br>the<br>electromyogra-<br>phic activity in<br>the upper<br>trapezius and<br>biceps brachii<br>muscle in<br>subjects with<br>muscular<br>disorders: a<br>pilot study. | Indagare il<br>modo in cui la<br>mialgia al<br>trapezio<br>superiore<br>correlata al<br>lavoro<br>influenzi<br>l'attività del<br>bicipite<br>brachiale<br>asintomatico. | Non<br>specificato   | 7 donne con<br>dolore a livello<br>cervicale-<br>spalla lato<br>dominante.<br><br>Durata del<br>dolore almeno<br>30 giorni/anno.<br>Non coinvolte<br>più di 3 aree<br>corporee. Età ><br>43 anni.<br>Lavoratrici al<br>videoterminale<br>almeno 20 ore<br>settimanali.<br>BMI 23.8 kg/<br>m <sup>2</sup> range<br>19.4-28.4 kg/<br>m <sup>2</sup> . | 9 donne sane.<br>Età > 43 anni.<br>Lavoratrici al<br>videoterminale<br>almeno 20 ore<br>settimanali.<br>BMI 23.8 kg/<br>m <sup>2</sup> range<br>19.4-28.4 kg/<br>m <sup>2</sup> . | Trapezio<br>superiore e<br>bicipite<br>brachiale | Contrazione<br>isometrica del<br>trapezio<br>superiore e del<br>bicipite<br>brachiale del<br>lato dominante.<br><br>Elevazione<br>della spalla in<br>isometrica<br>bilaterale al<br>30% MVC per<br>6 minuti. | Root mean<br>square (RMS);<br><br>Mean power<br>frequency<br>(MPF);<br><br>coefficiente di<br>variazione<br>della forza;<br><br>velocità di<br>conduzione<br>(CV) delle<br>unità motorie. | Filtro<br><br>Butterworth<br>band-pass,<br>secondo<br>ordine,<br>frequenza 4 -<br>500 Hz;<br><br>per analizzare<br>la singola unità<br>motoria:<br>filtro doppio<br>longitudinale<br>differenziale<br>(LDD). |                 | Nelle pazienti con<br>mialgia, il dolore ha<br>un effetto inibente<br>sull'attività del<br>trapezio dolente. La<br>ridotta RMS<br>normalizzata del<br>bicipite, sempre nel<br>gruppo sperimentale,<br>indica l'effetto<br>generalizzato del<br>dolore anche su un<br>muscolo non dolente.<br>Non ci sono<br>alterazioni<br>significative tra i<br>gruppi per quanto<br>riguarda la fatica. |

| Autore e titolo                                                                                                                                                                                                              | Obiettivo                                                                                                                                              | Disegno dello studio | Gruppo sperimentale                                                                                                                                                                        | Gruppo di controllo                                                                                                                                                              | Muscolo analizzato | Compito motorio richiesto                                                                                             | outcome/<br>variabile<br>EMG<br>misurata<br>(ampiezza,<br>frequenza, fatica,<br>velocità di<br>conduzione) | Filtro                                                                                                                      | Normalizzazione                                       | Conclusioni                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Schulte E,<br>Miltner O,<br>Junker E, et al.<br><br>Upper trapezius muscle conduction velocity during fatigue in subjects with and without work-related muscular disorders: a non-invasive high spatial resolution approach. | Indagare le alterazioni della fatica nelle segretarie con malgia cronica vs impiegate sane considerando la velocità di conduzione delle unità motorie. | Non specificato      | 8 segretarie con dolore cronico cervicale-spalla bilaterale. Segretarie da almeno 10 anni consecutivi. Età media 40.3 anni, range 29-49 anni. BMI medio 25.4 kg/m², range 18.6-27.2 kg/m². | 8 impiegate universitarie sane. Nessun dolore riferito da almeno 6 mesi. Lavoro al computer. Età media 28.2 anni, range 24-34 anni. BMI medio 20.2 kg/m², range 19.5-29.4 kg/m². | Trapezio superiore | Contrazione isometrica del trapezio sostenuta più a lungo possibile. Tenere il braccio abdotto sul piano orizzontale. | Root mean square (RMS); numero di potenziali delle unità motorie/secondo.                                  | Filtro band-pass, frequenza 1-500 Hz; filtro digitale Laplace 2D collegato ad un filtro normale-doppio-differenziale (NDD). | valore RMS al 0-20% in relazione al tempo. 10-20% MVC | Il trapezio delle segretarie con disturbi muscoloscheletrici legati al lavoro mostra minori cambiamenti della velocità di conduzione delle unità motorie rispetto ai sani. Probabilmente è dovuto ad un aumento reclutamento di unità motorie in risposta alla fatica. Nessuna differenza tra i due gruppi per quanto riguarda la root mean square e il numero di potenziali delle unità motorie/secondo. |

| Autore e titolo                                                                                                                                                                                                                               | Obiettivo                                                                                                                                                                                                         | Disegno dello studio | Gruppo sperimentale                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Gruppo di controllo                                                                                                                                                                                                 | Muscolo analizzato    | Compito motorio richiesto                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | outcome/<br>variabile<br>EMG<br>misurata<br>(ampiezza,<br>frequenza, fatica,<br>velocità di<br>conduzione)            | Filtro                                                     | Normalizzazione | Conclusioni                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sjøgaard, G,<br>Sogaard, K,<br>Hermens HJ et<br>al.<br><br>Neuromuscular<br>assessment in<br>elderly workers<br>with and<br>without work<br>related<br>shoulder/neck<br>trouble: the<br>NEW-study<br>design and<br>physiological<br>findings. | Capire se i<br>disordini<br>muscoloschele-<br>trici a livello di<br>collo-spalle tra<br>i lavoratori non<br>siano solo un<br>fenomeno<br>psicosociale<br>ma siano anche<br>oggettivabili<br>con parametri<br>EMG. | Non<br>specificato   | 88 lavoratrici<br>al<br>videoterminale<br>e infermiere<br>con dolore<br>cervicale-spalle.<br>Lavoratrici da<br>almeno 5 anni<br>per 20 ore<br>settimanali.<br>Durata disturbo<br>< 30 giorni/<br>anno. Numero<br>aree corporee<br>coinvolte < 3.<br>11 con<br>diagnosi di<br>mialgia al<br>trapezio. | 164 lavoratrici<br>al<br>videoterminale<br>e infermiere.<br>Lavoratrici da<br>almeno 5 anni<br>per 20 ore<br>settimanali.<br>Durata<br>massima del<br>dolore 7 giorni.<br>Numero aree<br>corporee<br>coinvolte < 3. | Trapezio<br>superiore | 1. contrazione<br>volontaria<br>massimale<br>(MVC) per la<br>presa manuale,<br>elevazione e<br>abduzione di<br>spalla;<br>2. 30% MVC<br>elevazione<br>della spalla<br>destra o<br>dominante;<br>3. stress test<br>colore-parola<br>in conflitto<br>(STROOP);<br>4. test<br>precisione<br>usando il<br>mouse (M-<br>mouse<br>work);<br>5. scrivere e<br>revisionare un<br>testo. | Root mean<br>square (RMS);<br><br>mean power<br>frequency<br>(MPF);<br><br>velocità di<br>conduzione<br>stimata (CV). | Filtro band-<br>pass, - 3 dB,<br>frequenza 10 -<br>400 Hz. | 30% MVC         | Il gruppo<br>sperimentale presenta<br>una minore MVC e<br>una minore<br>attivazione rispetto al<br>gruppo di controllo.<br>Tra i gruppi non ci<br>sono differenze per<br>quanto concerne lo<br>sviluppo della fatica. |

| Autore e titolo                                                                                                                                                                              | Obiettivo                                                                                                                                                        | Disegno dello studio | Gruppo sperimentale                                                                                                                                                                                                                              | Gruppo di controllo                                                                                                                            | Muscolo analizzato                                         | Compito motorio richiesto                        | outcome/variabile misurata (ampiezza, frequenza, fatica, velocità di conduzione) | Filtro                                                                   | Normalizzazione | Conclusioni                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Szeto GPY, Straker LM, O'Sullivan PB.<br>A comparison of symptomatic and asymptomatic office workers performing monotonous keyboard work - 1: Neck and shoulder muscle recruitment patterns. | Indagare l'attività muscolare a livello cervicale-spalle nelle lavoratrici con e senza mialgia eseguendo un compito duraturo al computer in condizioni standard. | Non specificato      | 23 donne con dolore a livello cervicale-spalle legato all'uso del computer. Dolore da > 3 mesi. Lavoro almeno 4 ore giornaliere al videoterminale<br>Età media 36.0 anni range 29-46 anni. Divisione dei pazienti in "alto" e "basso malessere". | 20 donne asintomatiche. No dolore almeno nei 7 giorni pre esperimento. Dolore risolto in massimo 3 mesi. Età media 31.3 anni range 21-48 anni. | Trapezio superiore; trapezio inferiore; deltoide anteriore | Scrivere con la tastiera del computer per 1 ora. | Root mean square (RMS); Amplitude Probability Distribution Function (APDF)       | Filtro high-pass 20 Hz; filtro low-pass 200 Hz; filtro notch 50 e 60 Hz. | 30% MVC         | E' dimostrata la presenza di differenti strategie di attivazione muscolare negli individui eseguendo, in un contesto standardizzato, una performance statica al videoterminale. Nel gruppo sperimentale ad "alto malessere" il trapezio superiore destro ha un'attività più elevata rispetto al sinistro, mentre l'attività è ridotta e più simmetrica nei pazienti a "basso malessere" così come nei sani. L'alterato pattern di reclutamento muscolare sembra essere un importante fattore di sviluppo di disordini muscoloscheletrici. |



| Autore e titolo                                                                                                                                                                                                     | Obiettivo                                                                                                                                                                                                | Disegno dello studio | Gruppo sperimentale                                                                                                                                                                                                                          | Gruppo di controllo                                                                                                                                                                | Muscolo analizzato    | Compito motorio richiesto                                 | outcome/<br>variabile<br>EMG<br>misurata<br>(ampiezza,<br>frequenza, fatica,<br>velocità di<br>conduzione) | Filtro             | Normalizzazione    | Conclusioni                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Szeto GPY,<br>Straker LM,<br>O'Sullivan PB.<br><br>A comparison<br>of symptomatic<br>and<br>asymptomatic<br>office workers<br>performing<br>monotonous<br>keyboard work<br>- 2. Neck and<br>shoulder<br>kinematics. | Indagare<br>l'attività<br>muscolare a<br>livello<br>cervicale-<br>spalle nelle<br>lavoratrici con<br>o senza mialgia<br>eseguendo un<br>compito<br>duraturo al<br>computer in<br>condizioni<br>standard. | Non<br>specificato   | 21 donne<br>lavoratrici con<br>dolore a livello<br>cervicale-<br>spalle legato<br>all'uso del<br>computer..<br>Dolore da > 3<br>mesi. Lavoro<br>almeno 4 ore<br>giornaliere al<br>videoterminale<br>Età media 35.8<br>anni SD ± 4.6<br>anni. | 17 donne sane.<br>asintomatiche.<br>No dolore<br>almeno nei 7<br>giorni pre<br>esperimento.<br>Dolore risolto<br>in massimo 3<br>mesi. Età<br>media 36.0<br>anni SD ± 4.6<br>anni. | Trapezio<br>superiore | Scrivere con la<br>tastiera del<br>computer per 1<br>ora. | Amplitude<br>Probability<br>Distribution<br>Function<br>(APDF)                                             | Non<br>specificato | Non<br>specificato | Le alterazioni del<br>controllo motorio si<br>associano alla<br>presenza dei disordini<br>muscoloscheletrici<br>legati al lavoro. Nel<br>gruppo sperimentale<br>l'aumento dei gradi di<br>flessione del capo e<br>di abduzione della<br>spalla correlano con<br>l'iperattività del<br>trapezio superiore<br>destro e con la<br>presenza del dolore.<br>Queste alterazioni del<br>controllo motorio nei<br>pazienti mialgici non<br>dipendono<br>esclusivamente<br>dall'ergonomia del<br>setting lavorativo. |

| Autore e titolo                                                                                                                                                                                                                  | Obiettivo                                                                                                                                                                                                           | Disegno dello studio                  | Gruppo sperimentale                                                                                                                                                                                                                                     | Gruppo di controllo                                                                                                                                                                                                           | Muscolo analizzato                                                         | Compito motorio richiesto                                 | outcome/<br>variabile<br>EMG<br>misurata<br>(ampiezza,<br>frequenza, fatica,<br>velocità di<br>conduzione) | Filtro                                                                                                                                                                      | Normalizzazione | Conclusioni                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Szeto GPY,<br>Straker LM,<br>O'Sullivan PB.<br><br>EMG median<br>frequency<br>changes in the<br>neck-shoulder<br>stabilizers of<br>symptomatic<br>office workers<br>when<br>challenged by<br>different<br>physical<br>stressors. | Analizzare le<br>variazioni nella<br>frequenza del<br>segnale EMG<br>tra i soggetti<br>sani e quelli<br>sintomatici<br>mentre<br>svolgono dei<br>compiti<br>lavorativi sotto<br>diverse<br>condizioni di<br>stress. | Case-control<br>quasi<br>sperimentale | 23 lavoratrici<br>al<br>videoterminale.<br>Lavoro<br>quotidiano al<br>computer<br>almeno 2-4<br>ore. Dolore da<br>> 3 mesi. Età<br>media 36.0<br>anni range<br>29-46 anni.<br>BMI 20.9 kg/<br>m <sup>2</sup> range<br>16.8-25.4 kg/<br>m <sup>2</sup> . | 20 lavoratrici<br>al<br>videoterminale.<br>Lavoro<br>quotidiano al<br>computer<br>almeno 2-4<br>ore. Età media<br>31.3 anni range<br>21-48 anni.<br>BMI 21.9 kg/<br>m <sup>2</sup> range<br>17.8-28.0 kg/<br>m <sup>2</sup> . | Trapezio<br>superiore;<br>trapezio<br>inferiore;<br>deltoidi<br>anteriore. | Scrivere con la<br>tastiera del<br>computer per 1<br>ora. | Frequenza<br>mediana (MF);                                                                                 | Filtro<br>Butterworth<br>secondo<br>ordine, high-<br>pass 20 Hz;<br><br>filtro<br>Butterworth<br>secondo<br>ordine, low-<br>pass 200 Hz;<br><br>filtro notch 50<br>e 60 Hz. | 30% MVIC        | Le lavoratrici<br>sintomatiche<br>presentano una<br>maggiore frequenza<br>mediana del trapezio<br>superiore e inferiore<br>rispetto alle<br>lavoratrici sane in<br>tutti e tre i compiti<br>stressanti. L'aumento<br>della velocità di<br>scrittura è risultato<br>più stressante rispetto<br>agli altri.<br><br>L'aumentata<br>frequenza mediana<br>indica l'adozione di<br>diverse strategie di<br>reclutamento<br>muscolare. L'alterato<br>controllo motorio<br>predispone ai<br>disordini<br>muscoloscheletrici<br>sul lavoro. |

| Autore e titolo                                                                                                                                                                                                             | Obiettivo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Disegno dello studio                  | Gruppo sperimentale                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Gruppo di controllo                                                                                                                                        | Muscolo analizzato                                                         | Compito motorio richiesto                                                                                                                                                                            | outcome/<br>variabile<br>EMG<br>misurata<br>(ampiezza,<br>frequenza, fatica,<br>velocità di<br>conduzione) | Filtro                                                                                           | Normalizzazione | Conclusioni                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Szeto GPY,<br>Straker LM,<br>O'Sullivan PB.<br><br>The effects of<br>speed and<br>force of<br>keyboard<br>operation on<br>neck-shoulder<br>muscle<br>activities in<br>symptomatic<br>and<br>asymptomatic<br>office workers. | Esaminare<br>l'attività<br>muscolare<br>nelle regioni<br>cervicale-<br>spalle in<br>lavoratrici<br>sintomatiche vs<br>sane a cui si<br>chiede di<br>scrivere al<br>computer<br>essendo<br>sottoposte a tre<br>condizioni<br>stressanti.<br>Capire le<br>differenze a<br>livello di<br>controllo<br>motorio e le<br>reazioni allo<br>stress. | Case-control<br>quasi<br>sperimentale | 21 lavoratrici<br>al<br>videoterminale.<br>Lavoro<br>quotidiano al<br>computer<br>almeno 4 ore.<br><br>Dolore<br>cervicale-<br>spalle da > 3<br>mesi legato al<br>lavoro al<br>computer. Età<br>media 39.0<br>anni range<br>24-52.<br><br>8 pazienti "alto<br>malessere"<br>13 pazienti<br>"poco<br>malessere". | 20 lavoratrici<br>asintomatiche<br>al<br>videoterminale.<br>Lavoro<br>quotidiano al<br>computer<br>almeno 4 ore.<br>Età media 30.4<br>anni range<br>22-42. | Trapezio<br>superiore;<br>trapezio<br>inferiore;<br>deltoidi<br>anteriore. | Scrivere con la<br>tastiera del<br>computer (20<br>minuti) in 3<br>condizioni<br>stressanti<br>diverse:<br>1. normale;<br>2. velocità di<br>scrittura<br>aumentata;<br>3. scrivere con<br>più forza. | 50%<br>Amplitude<br>Probability<br>Distribution<br>Function<br>(APDF).<br>50% APDF =<br>10-14% MVC.        | Filtro high-<br>pass 20 Hz;<br><br>filtro low-pass<br>200 Hz;<br><br>filtro notch 50<br>e 60 Hz. | 30% MVC         | I pattern di<br>reclutamento<br>muscolare tra<br>pazienti sintomatici e<br>soggetti sani sono<br>diversi. L'attività<br>muscolare del<br>trapezio superiore<br>aumenta nei soggetti<br>più sintomatici se<br>sottoposti a stressor<br>(specialmente<br>l'aumentata velocità<br>di scrittura) rispetto<br>ai soggetti sani.<br>Essendo meno capaci<br>di adattarsi allo<br>stimolo, gli individui<br>sintomatici<br>sviluppano a livello<br>centrale dei<br>cambiamenti del<br>controllo motorio che<br>potrebbero essere<br>correlati ai disturbi<br>muscoloscheletrici. |

| Autore e titolo                                                                                                                                                                                                                                     | Obiettivo                                                                                                                                                            | Disegno dello studio     | Gruppo sperimentale                                                                                                                                           | Gruppo di controllo                                                                   | Muscolo analizzato    | Compito motorio richiesto                                                                                                                                                                            | outcome/<br>variabile<br>EMG<br>misurata<br>(ampiezza,<br>frequenza, fatica,<br>velocità di<br>conduzione)                                                                                   | Filtro                                                                                           | Normalizzazione | Conclusioni                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Szeto GPY,<br>Straker LM,<br>O'Sullivan PB.<br><br>Examining the<br>low, high and<br>range measures<br>of muscle<br>activity<br>amplitudes in<br>symptomatic<br>and<br>asymptomatic<br>computer users<br>performing<br>typing and<br>mousing tasks. | Comprendere<br>se vi siano<br>alterazioni del<br>controllo<br>motorio<br>durante<br>l'attività<br>muscolare<br>lieve (APDF al<br>10%) e intensa<br>(APDF al<br>90%). | Cross sectional<br>study | 21 donne<br>lavoratrici.<br>Lavoro<br>quotidiano al<br>computer<br>almeno 4 ore.<br><br>Dolore<br>cervicale-<br>spalle da > 3<br>mesi<br>nell'ultimo<br>anno. | 18 donne<br>lavoratrici<br>sane. Lavoro<br>quotidiano al<br>computer<br>almeno 4 ore. | Trapezio<br>superiore | 1. Scrivere con<br>la tastiera del<br>computer;<br>2. usare il<br>mouse;<br><br>3. scrivere con<br>la tastiera e<br>usare il mouse.<br>Durata ogni<br>compito: 20<br>minuti.<br>Riposo: 5<br>minuti. | 10% e 90%<br>Amplitude<br>Probability<br>Distribution<br>Function<br>(APDF);<br><br>APDF range<br>(differenza tra<br>90% e 10%).<br><br>10% APDF =<br>2-5% MVC;<br>90% APDF =<br>50-70% MVC. | Filtro high-<br>pass 20 Hz;<br><br>filtro low-pass<br>200 Hz;<br><br>filtro notch 50<br>e 60 Hz. | 100% MVIC       | Il trapezio superiore<br>delle lavoratrici<br>appartenenti al<br>gruppo sperimentale<br>presenta un'APDF al<br>10% e al 90% più<br>elevata rispetto al<br>gruppo di controllo,<br>ma la differenza tra i<br>gruppi non è<br>statisticamente<br>significativa. I<br>soggetti sintomatici<br>presentano un range<br>APDF più ampio<br>rispetto ai sani:<br>questa variabilità<br>aumentata potrebbe<br>essere indice di un<br>controllo motorio<br>meno efficiente.<br>L'APDF è un<br>parametro sensibile<br>per misurare il<br>pattern d'attivazione<br>muscolare. |

| Autore e titolo                                                                                                                                                                                                                                                                      | Obiettivo                                                                                                     | Disegno dello studio  | Gruppo sperimentale                                                                                                                                                                                                                                                | Gruppo di controllo                                                                                                                                                                           | Muscolo analizzato    | Compito motorio richiesto                                                                                                                                                                        | outcome/<br>variabile<br>EMG<br>misurata<br>(ampiezza,<br>frequenza, fatica,<br>velocità di<br>conduzione) | Filtro                                                                                              | Normalizzazione | Conclusioni                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Szeto GPY,<br>Straker LM,<br>O'Sullivan PB.<br><br>During<br>computing<br>tasks<br>sympomatic<br>female office<br>workers<br>demonstrate a<br>trend towards<br>higher cervical<br>postural<br>muscle load<br>than<br>asymptomatic<br>office workers:<br>an<br>experimental<br>study. | Comprendere<br>se vi siano<br>alterazioni del<br>controllo<br>motorio<br>durante<br>l'attività<br>lavorativa. | Case-control<br>study | 21 donne<br>lavoratrici.<br>Lavoro<br>quotidiano al<br>computer<br>almeno 4 ore.<br>Dolore<br>cervicale-<br>spalle da > 3<br>mesi<br>nell'ultimo<br>anno. Età<br>media 28 anni<br>SD ± 9.0 anni.<br>BMI 20.9 kg/<br>m <sup>2</sup> SD ± 2.7<br>kg/m <sup>2</sup> . | 18 donne<br>lavoratrici<br>sane. Lavoro<br>quotidiano al<br>computer<br>almeno 4 ore.<br>Età media 24<br>anni SD ± 2.0<br>anni. BMI 20.6<br>kg/m <sup>2</sup> SD ± 1.2<br>kg/m <sup>2</sup> . | Trapezio<br>superiore | 1. Scrivere con<br>la tastiera del<br>computer;<br>2. usare il<br>mouse;<br>3. scrivere con<br>la tastiera e<br>usare il mouse.<br>Durata ogni<br>compito: 20<br>minuti.<br>Riposo: 5<br>minuti. | Ampiezza<br>mediana;<br><br>gap di<br>frequenza.                                                           | Filtro high-<br>pass 20 Hz;<br><br>filtro low-pass<br>200 Hz;<br><br>filtro notch 50<br>Hz e 60 Hz. | 100% MVIC       | I pazienti sintomatici<br>eseguono le attività<br>lavorative al<br>videoterminale con<br>una maggiore attività<br>muscolare e un<br>ridotto gap di<br>frequenza di riposo.<br>Simili alterazioni si<br>sono emerse<br>soprattutto a livello<br>del muscolo<br>controlaterale, indice<br>dell'esistenza di<br>staegie di controllo<br>motorio<br>maladattative. I<br>risultati del trapezio<br>superiore sono<br>clinicamente<br>significativi ma non<br>statisticamente<br>significativi. |

| Autore e titolo                                                                                                                                                                                                                                                | Obiettivo                                                                                                                                                                                                                       | Disegno dello studio     | Gruppo sperimentale                                                                                                                                                                                                                                                    | Gruppo di controllo                                                                                                                                                                                          | Muscolo analizzato    | Compito motorio richiesto                                                                                                                                              | outcome/<br>variabile<br>EMG<br>misurata<br>(ampiezza,<br>frequenza, fatica,<br>velocità di<br>conduzione) | Filtro                                                                                            | Normalizzazione | Conclusioni                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Thorn S,<br>Sogaard K,<br>Kallenberg<br>LAC, et al.<br><br>Trapezius<br>muscle rest<br>time during<br>standardised<br>computer work<br>- A comparison<br>of female<br>computer users<br>with and<br>without self-<br>reported neck/<br>shoulder<br>complaints. | Valutare il<br>tempo di<br>riposo relativo<br>del trapezio<br>superiore nei<br>pazienti con<br>mialgia<br>cervicale-<br>spalle vs<br>soggetti sani<br>durante<br>l'esecuzione di<br>un compito<br>lavorativo<br>standardizzato. | Cross sectional<br>study | 35 donne<br>lavoratrici al<br>computer da<br>almeno 5 anni,<br>20 ore<br>settimanali.<br><br>Dolore<br>cervicale-<br>spalle > 30<br>giorni all'anno.<br>Età media 53.3<br>anni SD $\pm$ 5.0<br>anni. BMI 25.7<br>kg/m <sup>2</sup> SD $\pm$ 3.9<br>kg/m <sup>2</sup> . | 44 donne sane<br>lavoratrici al<br>computer da<br>almeno 5 anni,<br>20 ore<br>settimanali. Età<br>media 55.6<br>anni SD $\pm$ 4.9<br>anni. BMI 24.6<br>kg/m <sup>2</sup> SD $\pm$ 3.1<br>kg/m <sup>2</sup> . | Trapezio<br>superiore | 1. scrivere con<br>la tastiera del<br>computer;<br>2. test di<br>precisione;<br>3. test<br>precisione;<br>4. stress test<br>colore-parola<br>in conflitto<br>(STROOP). | Tempo di<br>riposo relativo;<br><br>Root mean<br>square (RMS)<br>decimo<br>percentile.                     | Filtro band-<br>pass frequenza<br>20 - 300 Hz,<br>sesto ordine;<br><br>filtro rejection<br>50 Hz. | 30% MVC         | Nelle pazienti<br>sintomatiche,<br>eseguendo il compito<br>stressante, il trapezio<br>superiore mostra un<br>ridotto tempo di<br>riposo relativo<br>rispetto ai soggetti<br>sani. Questo potrebbe<br>essere un fattore di<br>rischio per sviluppare<br>i disturbi<br>muscoloscheletrici.<br>La risposta motoria<br>aumenta in presenza<br>di uno stress<br>psicologico nel<br>gruppo sperimentale<br>sintomatico. |

| Autore e titolo                                                                                                                                 | Obiettivo                                                                                                           | Disegno dello studio  | Gruppo sperimentale                                                                                                                                                                                                                                  | Gruppo di controllo                                                                                                                                                                                                            | Muscolo analizzato | Compito motorio richiesto                                                                                         | outcome/<br>variabile<br>EMG<br>misurata<br>(ampiezza, frequenza, fatica, velocità di conduzione) | Filtro                            | Normalizzazione                              | Conclusioni                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Voerman GE, Vollenbroek-Hutten MMR, Hermens HJ. Upper trapezius muscle activation patterns in neck-shoulder pain patients and healthy controls. | Confrontare i pattern d'attivazione muscolare tra pazienti con dolore aspecifico cervicale-spalle vs soggetti sani. | Cross sectional study | 21 pazienti con dolore aspecifico cervicale-spalle da almeno 30 giorni/anno collegati al lavoro al computer. 17 donne e 4 uomini. 95% destrimani. Età media 31.0 anni SD $\pm$ 7.6 anni. BMI 22.9 kg/m <sup>2</sup> SD $\pm$ 3.0 kg/m <sup>2</sup> . | 20 soggetti sani. No disturbi muscoloscheletrici all'arto superiore da almeno un anno. 12 donne e 8 uomini. 75% destrimani. Età media 33.6 anni SD $\pm$ 5.5 anni. BMI 22.8 kg/m <sup>2</sup> SD $\pm$ 2.4 kg/m <sup>2</sup> . | Trapezio superiore | 1. scrivere con la tastiera del computer;<br>2. compito stressante unilaterale (stroop modificato);<br>3. riposo. | Root mean square (RMS, $\mu$ V);<br><br>tempo di riposo relativo (RRT, %).                        | Filtro con frequenza 20 - 500 Hz. | Soglia fissa. Non eseguita normalizzazione e | Non si riscontra un pattern di attivazione muscolare anomalo nei due gruppi. Durante il lavoro stressante al computer i soggetti sintomatici mostrano una maggiore variabilità nell'attività (RMS) e nel riposo (RRT) rispetto ai sani. Probabile indice del diverso pattern di attivazione muscolare. I soggetti sintomatici mostrano un ridotto tempo di riposo relativo nel lato non dominate eseguendo un compito stressante, differenza tuttavia non statisticamente significativa. |

| Autore e titolo                                                                                                                                         | Obiettivo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Disegno dello studio | Gruppo sperimentale                                                                                                                                                                                         | Gruppo di controllo                                                                                                                                   | Muscolo analizzato                    | Compito motorio richiesto                                      | outcome/<br>variabile<br>EMG<br>misurata<br>(ampiezza,<br>frequenza, fatica,<br>velocità di<br>conduzione) | Filtro                                      | Normalizzazione                                     | Conclusioni                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Wegner S, Jull G, O'Leary S, Johnston V.<br><br>The effect of a scapular postural correction strategy on trapezius activity in patients with neck pain. | 1. stabilire se vi siano differenze nei pattern muscolari tra pazienti con neck pain e aberrante postura<br>scapolare vs soggetti sani scrivendo con la tastiera del computer;<br>2. valutare gli effetti della correzione dell'orientamento scapolare sull'attività muscolare nei pazienti sintomatici sempre mentre scrivono con la tastiera del computer. | Non specificato      | 18 pazienti con neck pain aspecifico durata > 3 mesi/anno, aberrante orientamento scapolare omolaterale ai sintomi. 11 donne e 7 uomini. Età media 27.2 anni SD $\pm$ 6.9<br>kg/m <sup>2</sup> SD $\pm$ 3.7 | 20 soggetti sani e con un fisiologico orientamento scapolare. 14 donne e 7 uomini. Età media 24.8 anni SD $\pm$ 6.6<br>kg/m <sup>2</sup> SD $\pm$ 2.4 | Trapezio superiore, medio e inferiore | Scrivere con la tastiera del computer.<br>Esecuzione 5 minuti. | Root mean square (RMS)                                                                                     | Filtro band-pass con frequenza 10 - 500 Hz. | Confronto tra i gruppi, trasformazione logaritmica. | L'alterata attività del trapezio è collegata al neck pain. Svolgendo il compito motorio richiesto, i pazienti con neck pain generano una maggiore attività del trapezio medio e si riduce quella del trapezio inferiore rispetto ai soggetti sani. Correggendo la posizione della scapola, l'attività dei due muscoli nei due gruppi risulta più simile. Dunque esercizi mirati per la postura della scapola potrebbero favorire l'ottimale distribuzione dell'attività nei trapezi. |



| Autore e titolo                                                                                                                                                                                                                                                    | Obiettivo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Disegno dello studio | Gruppo sperimentale                                                                                                                                                           | Gruppo di controllo                                                                                                | Muscolo analizzato    | Compito motorio richiesto                                                                                                                                  | outcome/<br>variabile<br>EMG<br>misurata<br>(ampiezza,<br>frequenza, fatica,<br>velocità di<br>conduzione) | Filtro                                                                                   | Normalizzazione | Conclusioni                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Zabihhosseini<br>n M, Holmes<br>MWR,<br>Howarth S, et<br>al. Neck<br>muscle fatigue<br>differentially<br>alters scapular<br>and humeral<br>kinematics<br>during humeral<br>elevation in<br>subclinical<br>neck pain<br>participants<br>versus healthy<br>controls. | Indagare le<br>differenze tra<br>la cinematica<br>scapolare e la<br>flessione della<br>spalla nei<br>pazienti con<br>neck pain<br>aspettativo vs<br>sani.<br>Comprendere<br>se la fatica a<br>livello degli<br>estensori del<br>rachide<br>cervicale alteri<br>la cinematica<br>scapolare in<br>entrambi o uno<br>dei due gruppi. | Non<br>specificato   | 10 pazienti con<br>neck pain<br>aspettativo e<br>niente sintomi<br>alla spalla da<br>almeno 3 mesi.<br>6 donne e 4<br>uomini. Età<br>media 23.4<br>anni SD $\pm$ 4.1<br>anni. | 10 soggetti<br>sani da almeno<br>3 mesi. 5<br>donne e 5<br>uomini. Età<br>media 26.1<br>anni SD $\pm$ 4.4<br>anni. | Trapezio<br>superiore | 3 scapion<br>della spalla<br>dominante fino<br>a 120° .<br><br>Controllo<br>cinematica<br>della scapola a<br>0°, 40°, 80°,<br>120° flessione<br>di spalla. | Root mean<br>square (RMS);<br><br>Mean power<br>frequency<br>(MPF).                                        | Filtro low-<br>pass,<br>Butterworth<br>secondo<br>ordine,<br>frequenza cut-<br>off 6 Hz. | 100% MVIC       | I cambiamenti nella<br>cinematica scapolare<br>tra i due gruppi<br>potrebbero essere<br>dovuti ad alterati<br>input provenienti dal<br>rachide cervicale. Ciò<br>potrebbe influenzare<br>l'accuratezza dello<br>schema corporeo<br>degli arti superiori.<br>Il neck pain altera la<br>cinematica del<br>cingolo scapolare. La<br>fatica ha un impatto<br>maggiore sulla<br>cinematica della<br>spalla nei soggetti<br>sani rispetto ai<br>pazienti con neck<br>pain. |

| Autore e titolo                                                                                                                                                 | Obiettivo                                                                                                                                       | Disegno dello studio  | Gruppo sperimentale                                                                                                                                                                                                                             | Gruppo di controllo                                                                                | Muscolo analizzato                    | Compito motorio richiesto                                                                                                                                                                                     | outcome/<br>variabile<br>EMG<br>misurata<br>(ampiezza, frequenza, fatica, velocità di conduzione) | Filtro                                | Normalizzazione | Conclusioni                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 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. | Confrontare il comportamento del trapezio nei pazienti con neck pain con neck pain aspecifico cronico + disfunzioni scapolari vs soggetti sani. | Cross sectional study | 18 pazienti con neck pain aspecifico cronico. 12 donne e 6 uomini. Età media 27.4 anni, range 19-43 anni. Neck pain da almeno 3 mesi. Disfunzioni scapolari (in relazione alla postura) omolaterali al neck pain. NDI medio 20.2 SD $\pm 5.5$ . | 20 soggetti sani. 13 donne e 7 uomini. 24.9 anni, range 19-48 anni. Assenti disfunzioni scapolari. | Trapezio superiore, medio e inferiore | Abduzione della spalla; extrarotazione della spalla; flessione della spalla.<br>Tutti i compiti sono eseguiti tre volte, contrazione isometrica, con contrazione massima volontaria (MVC), 50% MVC e 20% MVC. | Root mean square (RMS)                                                                            | Filtro band-pass frequenza 10-500 Hz. | Non specificato | I cambiamenti a livello del trapezio indicano una riorganizzazione del controllo motorio nei pazienti sintomatici. Livelli più elevati del segnale elettromiografico nel trapezio inferiore dei pazienti con neck pain + disfunzione scapolare rispetto ai sani eseguendo l'abduzione e l'extrarotazione della spalla ma non la flessione. Nessuna differenza riscontrata a livello di trapezio superiore e medio tra i gruppi. I clinici dovrebbero considerare il coinvolgimento dei muscoli periscapolari per gestire i pazienti con neck pain. |

Tabella 3.5: valutazione rischio di *bias* degli articoli revisionati.

| Articolo                | 1. I pazienti sono definiti chiaramente e in modo adeguato? | 2. Il gruppo di controllo è definito chiaramente e in modo adeguato? | 3. I <i>bias</i> di selezione (randomizzazione e allocazione) possono essere esclusi? | 4. La procedura di esposizione del processo è definita in modo chiaro? | 5. Il metodo di valutazione ( <i>outcome</i> misurati) è adeguato? | 6. I soggetti partecipanti allo studio e appartenenti ai due gruppi sono simili? | 7. Tutti i soggetti sono arrivati al termine dello studio? | 8. I clinici partecipanti allo studio sono in cieco? | 9. Gli elementi confondenti più importanti sono stati identificati e tenuti in considerazione nell'analisi? | 10. I soggetti che partecipano allo studio sono in cieco? | PUNTEGGIO |
|-------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-----------|
| Andersen et al. 2014    | Sì                                                          | Sì                                                                   | Sì                                                                                    | Sì                                                                     | Sì                                                                 | Sì                                                                               | No, 6: da 48 a 42 soggetti                                 | Non specificato                                      | Sì                                                                                                          | Non valutabile                                            | 8         |
| Andersen et al. 2008 a  | Sì                                                          | Sì                                                                   | Sì                                                                                    | Sì                                                                     | Sì                                                                 | Sì                                                                               | No, 6: da 48 a 42 soggetti                                 | Non specificato                                      | Sì                                                                                                          | Non valutabile                                            | 8         |
| Andersen et al. 2008 b  | Sì                                                          | Sì                                                                   | Sì                                                                                    | Sì                                                                     | Sì                                                                 | Sì                                                                               | No, 6: da 48 a 42 soggetti                                 | Non specificato                                      | Sì                                                                                                          | Non valutabile                                            | 8         |
| Castelein et al. 2016   | Sì                                                          | Sì                                                                   | Sì                                                                                    | Sì                                                                     | No                                                                 | Sì                                                                               | Sì                                                         | No                                                   | Sì                                                                                                          | Non valutabile                                            | 7         |
| Christensen et al. 2015 | No                                                          | No                                                                   | Sì                                                                                    | Sì                                                                     | Sì                                                                 | Sì                                                                               | No, 1: da 25 a 24 soggetti                                 | No                                                   | No                                                                                                          | Non valutabile                                            | 4         |
| Elcadi et al. 2013      | Sì                                                          | Sì                                                                   | Sì                                                                                    | Sì                                                                     | Sì                                                                 | Sì                                                                               | No, 1: da 18 a 17 del gruppo sperimentale                  | Non specificato                                      | No                                                                                                          | Non valutabile                                            | 6         |
| Falla et al. 2004 a     | Sì                                                          | Sì                                                                   | No                                                                                    | Sì                                                                     | Sì                                                                 | Sì                                                                               | Sì                                                         | Non specificato                                      | Sì                                                                                                          | Non valutabile                                            | 7         |
| Falla & Farina. 2005    | Sì                                                          | Sì                                                                   | Sì                                                                                    | Sì                                                                     | Sì                                                                 | Sì                                                                               | Sì                                                         | No                                                   | Sì                                                                                                          | Non valutabile                                            | 8         |

| Articolo                      | 1. I pazienti sono definiti chiaramente e in modo adeguato? | 2. Il gruppo di controllo è definito chiaramente e in modo adeguato? | 3. I <i>bias</i> di selezione (randomizzazione e allocazione) possono essere esclusi? | 4. La procedura di esposizione del processo è definita in modo chiaro? | 5. Il metodo di valutazione ( <i>outcome</i> misurati) è adeguato? | 6. I soggetti partecipanti allo studio e appartenenti ai due gruppi sono simili? | 7. Tutti i soggetti sono arrivati al termine dello studio? | 8. I clinici partecipanti allo studio sono in cieco? | 9. Gli elementi confondenti più importanti sono stati identificati e tenuti in considerazione nell'analisi? | 10. I soggetti che partecipano allo studio sono in cieco? | P<br>U<br>N<br>T<br>E<br>G<br>R<br>I<br>O<br>/9 |
|-------------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Goudy & McLean.<br>2006       | Sì                                                          | Sì                                                                   | No                                                                                    | Sì                                                                     | Sì                                                                 | Sì                                                                               | Sì                                                         | No                                                   | Sì                                                                                                          | Non valutabile                                            | 7                                               |
| Hallman et al.<br>2011        | Sì                                                          | Sì                                                                   | No                                                                                    | Sì                                                                     | Sì                                                                 | Sì                                                                               | No, 1: da 22 a 21 soggetti nel gruppo di controllo         | Non specificato                                      | Sì                                                                                                          | Non valutabile                                            | 6                                               |
| Helgadottir et al.<br>2011    | Sì                                                          | Sì                                                                   | Sì                                                                                    | Sì                                                                     | No                                                                 | Sì                                                                               | Sì                                                         | Non specificato                                      | Sì                                                                                                          | Non valutabile                                            | 7                                               |
| Johnston et al.<br>2008       | Sì                                                          | Sì                                                                   | No                                                                                    | Sì                                                                     | Sì                                                                 | No. Soggetti del gruppo di controllo significativamente più giovani              | Sì                                                         | Non specificato                                      | Sì                                                                                                          | Non valutabile                                            | 6                                               |
| Kallenberg & Hermens.<br>2006 | No                                                          | Sì                                                                   | Sì                                                                                    | No                                                                     | Sì                                                                 | Sì                                                                               | Sì                                                         | Non specificato                                      | Sì                                                                                                          | Non valutabile                                            | 6                                               |
| Kallenberg et al.<br>2006     | Sì                                                          | Sì                                                                   | Sì                                                                                    | Sì                                                                     | Sì                                                                 | Sì                                                                               | No, 3 dal gruppo sperimentale e 3 dal gruppo di controllo  | Non specificato                                      | Sì                                                                                                          | Non valutabile                                            | 7                                               |

| Articolo                  | 1. I pazienti sono definiti chiaramente e in modo adeguato? | 2. Il gruppo di controllo è definito chiaramente e in modo adeguato? | 3. I <i>bias</i> di selezione (randomizzazione e allocazione) possono essere esclusi? | 4. La procedura di esposizione del processo è definita in modo chiaro? | 5. Il metodo di valutazione ( <i>outcome</i> misurati) è adeguato? | 6. I soggetti partecipanti allo studio e appartenenti ai due gruppi sono simili? | 7. Tutti i soggetti sono arrivati al termine dello studio? | 8. I clinici partecipanti allo studio sono in cieco? | 9. Gli elementi confondenti più importanti sono stati identificati e tenuti in considerazione nell'analisi? | 10. I soggetti che partecipano allo studio sono in cieco? | P<br>U<br>N<br>T<br>E<br>G<br>I<br>O<br>/9 |
|---------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| Kallenberg et al.<br>2007 | Si                                                          | Si                                                                   | Si                                                                                    | Si                                                                     | Si                                                                 | Si                                                                               | Si                                                         | Non specificato                                      | Si                                                                                                          | Non valutabile                                            | 8                                          |
| Larsson et al.<br>2000    | Si                                                          | Si                                                                   | Si                                                                                    | Si                                                                     | Si                                                                 | Si                                                                               | Si                                                         | Non specificato                                      | Si                                                                                                          | Non valutabile                                            | 8                                          |
| Madeleine et al.<br>1999  | No                                                          | No                                                                   | Si                                                                                    | Si                                                                     | Si                                                                 | Si                                                                               | Si                                                         | Non specificato                                      | Si                                                                                                          | Non valutabile                                            | 6                                          |
| Madeleine et al.<br>2008  | No                                                          | No                                                                   | Si                                                                                    | Si                                                                     | Si                                                                 | Si                                                                               | Si                                                         | Non specificato                                      | Si                                                                                                          | Non valutabile                                            | 6                                          |
| Mork & Westgaard.<br>2008 | Si                                                          | Si                                                                   | Si                                                                                    | No                                                                     | Si                                                                 | Si                                                                               | Si                                                         | No                                                   | Si                                                                                                          | Non valutabile                                            | 7                                          |
| Nilsen et al.<br>2006     | Si                                                          | Si                                                                   | Si                                                                                    | Si                                                                     | Si                                                                 | Si                                                                               | Si                                                         | Si                                                   | Si                                                                                                          | Non valutabile                                            | 9                                          |
| Schulte et al.<br>2006 a  | Si                                                          | Si                                                                   | Si                                                                                    | Si                                                                     | Si                                                                 | Si                                                                               | Si                                                         | Non specificato                                      | Si                                                                                                          | Non valutabile                                            | 8                                          |
| Schulte et al.<br>2006 b  | Si                                                          | Si                                                                   | No                                                                                    | Si                                                                     | Si                                                                 | No                                                                               | Si                                                         | Non specificato                                      | Si                                                                                                          | Non valutabile                                            | 6                                          |
| Sjogaard et al.<br>2006   | Si                                                          | Si                                                                   | Si                                                                                    | Si                                                                     | Si                                                                 | No                                                                               | Si                                                         | Non specificato                                      | Si                                                                                                          | Non valutabile                                            | 7                                          |
| Szeto et al.<br>2005 a    | Si                                                          | Si                                                                   | Si                                                                                    | Si                                                                     | Si                                                                 | No                                                                               | Si                                                         | Non specificato                                      | Si                                                                                                          | Non valutabile                                            | 7                                          |

| Articolo               | 1. I pazienti sono definiti chiaramente e in modo adeguato? | 2. Il gruppo di controllo è definito chiaramente e in modo adeguato? | 3. I <i>bias</i> di selezione (randomizzazione e allocazione) possono essere esclusi? | 4. La procedura di esposizione del processo è definita in modo chiaro? | 5. Il metodo di valutazione ( <i>outcome</i> misurati) è adeguato? | 6. I soggetti partecipanti allo studio e appartenenti ai due gruppi sono simili? | 7. Tutti i soggetti sono arrivati al termine dello studio?                             | 8. I clinici partecipanti allo studio sono in cieco? | 9. Gli elementi confondenti più importanti sono stati identificati e tenuti in considerazione nell'analisi? | 10. I soggetti che partecipano allo studio sono in cieco? | P<br>U<br>N<br>T<br>E<br>G<br>I<br>O<br>/9 |
|------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| Szeto et al.<br>2005 b | Sì                                                          | Sì                                                                   | Sì                                                                                    | Sì                                                                     | Sì                                                                 | Sì                                                                               | No, 2: da 23 a 21 nel gruppo sperimentale<br>No, 3: da 20 a 17 nel gruppo di controllo | Non specificato                                      | Sì                                                                                                          | Non valutabile                                            | 7                                          |
| Szeto et al.<br>2005 c | Sì                                                          | Sì                                                                   | Sì                                                                                    | Sì                                                                     | Sì                                                                 | No                                                                               | Sì                                                                                     | Non specificato                                      | Sì                                                                                                          | Non valutabile                                            | 7                                          |
| Szeto et al.<br>2005 d | Sì                                                          | Sì                                                                   | Sì                                                                                    | Sì                                                                     | Sì                                                                 | No                                                                               | Sì                                                                                     | Non specificato                                      | Sì                                                                                                          | Non valutabile                                            | 7                                          |
| Szeto et al.<br>2009 a | No                                                          | No                                                                   | Sì                                                                                    | Sì                                                                     | Sì                                                                 | Non valutabile                                                                   | Sì                                                                                     | Non specificato                                      | No                                                                                                          | Non valutabile                                            | 4                                          |
| Szeto et al.<br>2009 b | Sì                                                          | Sì                                                                   | Sì                                                                                    | No                                                                     | Sì                                                                 | Sì                                                                               | Sì                                                                                     | Non specificato                                      | No                                                                                                          | Non valutabile                                            | 6                                          |

| Articolo                        | 1. I pazienti sono definiti chiaramente e in modo adeguato? | 2. Il gruppo di controllo è definito chiaramente e in modo adeguato? | 3. I <i>bias</i> di selezione (randomizzazione e allocazione) possono essere esclusi? | 4. La procedura di esposizione del processo è definita in modo chiaro? | 5. Il metodo di valutazione ( <i>outcome</i> ) è misurato in modo adeguato? | 6. I soggetti partecipanti allo studio e appartenenti ai due gruppi sono simili? | 7. Tutti i soggetti sono arrivati al termine dello studio?                                 | 8. I clinici partecipanti allo studio sono in cieco? | 9. Gli elementi confondenti più importanti sono stati identificati e tenuti in considerazione nell'analisi? | 10. I soggetti che partecipano allo studio sono in cieco? | P<br>U<br>N<br>T<br>E<br>G<br>G<br>I<br>O<br>/9 |
|---------------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Thorn et al.<br>2007            | Sì                                                          | Sì                                                                   | Sì                                                                                    | Sì                                                                     | Sì                                                                          | Sì                                                                               | No, 20 nel gruppo sperimentale : da 35 a 15;<br>No, 26 nel gruppo di controllo: da 44 a 18 | Non specificato                                      | No                                                                                                          | Non valutabile                                            | 6                                               |
| Voerman et al.<br>2007          | Sì                                                          | Sì                                                                   | Sì                                                                                    | Sì                                                                     | Sì                                                                          | Sì                                                                               | Sì                                                                                         | Non specificato                                      | Sì                                                                                                          | Non valutabile                                            | 8                                               |
| Wegner et al.<br>2010           | Sì                                                          | Sì                                                                   | No                                                                                    | Sì                                                                     | Sì                                                                          | Sì                                                                               | Sì                                                                                         | Non specificato                                      | Sì                                                                                                          | Non valutabile                                            | 7                                               |
| Zabihhosseinian et al.<br>2017  | Sì                                                          | Sì                                                                   | Sì                                                                                    | Sì                                                                     | Sì                                                                          | Sì                                                                               | Sì                                                                                         | Non specificato                                      | No                                                                                                          | Non valutabile                                            | 7                                               |
| Zakharova-Luneva et al.<br>2012 | Sì                                                          | Sì                                                                   | No                                                                                    | Sì                                                                     | Sì                                                                          | Sì                                                                               | Sì                                                                                         | Non specificato                                      | Sì                                                                                                          | Non valutabile                                            | 7                                               |

## 6. KEY POINTS

- Neck pain e muscoli periscapolari, relazione 1: la ridotta coordinazione della funzione dei muscoli periscapolari provoca alterazioni dei carichi a livello cervicobrachiale che alimentano il neck pain.
- Neck pain e muscoli periscapolari, relazione 2: la presenza del neck pain altera l'attività e la funzione dei muscoli periscapolari, inducendo una riorganizzazione centrale del controllo motorio.
- Il neck pain aspecifico cronico è associato ad alterazioni del controllo motorio dei muscoli periscapolari, influenzando anche la cinematica scapolare. La discinesia scapolare invece non influisce sull'attività dei muscoli scapolotoracici.
- Il dolore altera la variabilità motoria e il passaggio da dolore acuto a cronico è associato a modifiche del *pattern* motorio.
- La mialgia si associa a ridotta *endurance* e a maggiori livelli di fatica percepita dai pazienti. Tuttavia, i parametri EMG per misurare la fatica (periferica e centrale) sono generalmente poco affidabili.
- Non si riscontrano precise differenze/analogie dei parametri EMG nei pazienti con neck pain vs soggetti sani. Variabilità dei risultati probabilmente causata da: 1) inesistente risposta motoria standard al dolore uguale per tutti i tipi di soggetti; 2) complessità dei sistemi di adattamento neuromuscolari nei pazienti con neck pain; 3) possibilità di errore insita nello strumento elettromiografico; 4) compiti motori eterogenei tra gli studi; 5) discrepanze metodologiche tra gli studi.
- I clinici dovrebbero considerare il coinvolgimento dei muscoli periscapolari per gestire con successo i pazienti affetti da neck pain aspecifico cronico.



## 7. BIBLIOGRAFIA

1. Albertus-Kajee Y, Tucker R, Derman W, Lambert M. Alternative methods of normalising EMG during cycling. *J Electromyogr Kinesiol* 2010; 1036-43.
2. Andersen LL, Andersen CH, Skotte JH et al. High-Intensity Strength Training Improves Function of Chronically Painful Muscles: Case-Control and RCT Studies. *Biomed Res Int*. 2014; 187324.
3. Andersen LL, Holtermann A, Jørgensen MB, Sjøgaard G. Rapid muscle activation and force capacity in conditions of chronic musculoskeletal pain. *Clin Biomech* 2008; 23(10): 1237-42. a
4. Andersen LL, Nielsen PK, Sogaard K, et al. Torque - EMG - velocity relationship in female workers with chronic neck muscle pain. *J Biomech* 2008; 41: 2029–35. b
5. Åström C, Lindkvist M, L, Burström et al. Changes in EMG activity in the upper trapezius muscle due to local vibration exposure. *J Electromyogr Kinesiol* 2009; 19: 407-15.
6. Bolgla LA, Uhl TL. Reliability of electromyographic normalization methods for evaluating the hip musculature. *J Electromyogr Kinesiol* 2007; 17(1): 102-11.
7. Bosch T, de Looze MP, van Dieën JH. Development of fatigue and discomfort in the upper trapezius muscle during light manual work. *Ergonomics* 2007; 50(2): 161-77.
8. Boudreau SA, Falla D. Chronic neck pain alters muscle activation patterns to sudden movements. *Exp Brain Res* 2014; 232: 2011-20.
9. Burden A. How should we normalize electromyograms obtained from healthy participants? What we have learned from over 25 years of research. *J Electromyogr Kinesiol* 2010; 20: 1023-35.
10. Carroll LJ, Hogg-Johnson S, Côté P et al. Course and prognostic factors for neck pain in workers results of the Bone and Joint Decade 2000-2010 Task Force on Neck Pain and its associated disorders. *J Manipulative Phys Ther* 2009; 32: 108-116. a

11. Carroll LJ, Hurwitz EL, Côté P et al. Research priorities and methodological implication - The Bone and Joint Decade 2000–2010 Task Force on Neck Pain and Its Associated Disorders. *J Manipulative Physiol Ther* 2009; 32: 244-51. b
12. Castelein B, Cools A, Bostyn E, et al. Analysis of scapular muscle EMG activity in patients with idiopathic neck pain: A systematic review. *J Electromyogr Kinesiol* 2015; 25(2): 371-86.
13. Castelein B, Cools A, Parlevliet T, Cagnie B. Are chronic neck pain, scapular dyskinesis and altered scapulothoracic muscle activity interrelated?: A case-control study with surface and fine-wire EMG. *J Electromyogr Kinesiol* 2016; 31 136-43.
14. Childs JD, Fritz JM, Piva SR, Whitman JM. Proposal of a classification system for patients with neck pain. *J Orthop Sports Phys Ther* 2004; 34: 686-96.
15. Christensen SW, Hirata RP, Graven-Nielsen T. The Effect of Experimental Neck Pain on Pressure Pain Sensitivity and Axioscapular Motor Control. *J Pain* 2015; 16 (4): 367-79.
16. Clarys JP. Electromyography in sports and occupational settings: an update of its limits and possibilities. *Ergonomics* 2000; 43(10): 1750-62.
17. Clarys JP, Scafoglieri A, Tresignie J et al. Critical appraisal and hazards of surface electromyography data acquisition in sport and exercise. *Asian J Sports Med* 2010; 1(2): 69-80.
18. Cohen S. Epidemiology, diagnosis, and treatment of neck pain. *Mayo Clin Proc* 2015; 90(2): 284-99.
19. Côté P, Cassidy JD, Carroll LJ, Kristman V. The annual incidence and course of neck pain in the general population: a population-based cohort study. *Pain* 2004; 112: 267–73.
20. Côté P, Kristman V, Vidmar M, et al. The prevalence and incidence of work absenteeism involving neck pain. A cohort of Ontario lost-time claimants. *J Manipulative Physiol Ther* 2009; 32: 219-26.
21. Dewitte V, Peersman W, Danneels L, et al. Subjective and clinical assessment criteria suggestive for five clinical patterns discernible in nonspecific neck pain patients. A Delphi-survey of clinical experts. *Man Ther* 2016; 26: 87-96.

22. Dimitrov VG, Arabadzhiev TI, Dimitrova NA, Dimitrov GV. The spectral changes in EMG during a second bout eccentric contraction could be due to adaptation in muscle fibres themselves: a simulation study. *Eur J Appl Physiol* 2012; 112: 1399-1409.
23. Drake JDM & Callaghan JP. Elimination of electrocardiogram contamination from electromyogram signals: An evaluation of currently used removal techniques. *J Electromyogr Kinesiol* 2006; 16: 175-187.
24. Elcadi GH, Forsman M, Aasa U, et al. 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.
25. Elert J, Sterner Y, Nyberg V, Gerdle B. Lack of gender differences in the ability to relax between repetitive maximum isokinetic shoulder forward flexions: a population-based study among northern swedes. *Eur J Appl Physiol* 2000; 83: 246-56.
26. Falla D. Unravelling the complexity of muscle impairment in chronic neck pain. *Man Ther* 2004; 9: 125-33.
27. 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* 2004; 29(13):1436-40. a
28. 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* 2004; 157: 43-8. b
29. 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.
30. Falla D, Farina D. Neuromuscular adaptation in experimental and clinical neck pain. *J Electromyogr Kinesiol* 2008; 18: 255-61.
31. Farina D, Madeleine P, Graven-Nielsen T, et al. Standardising surface electromyogram recordings for assessment of activity and fatigue in the human upper trapezius muscle. *Eur J Appl Physiol* 2002; 86: 469-78.
32. Farina D, Merletti R, Enoka RM. The extraction of neural strategies from the surface EMG. *J Appl Physiol* 2004; 96(4):1486-95.

33. Fedorowich L, Emery K, Gervasi B, Côté J. Gender differences in neck/shoulder muscular patterns in response to repetitive motion induced fatigue. *J Electromyogr Kinesiol* 2013; 23: 1183-89.
34. Fuglevand AJ. A motor unit pool model: relationship of neural control properties to isometric muscle tension and the electromyogram. Waterloo, ON, Canada: Univ. Waterloo, 1989.
35. Gabriel DA, Kamen G. Experimental and modeling investigation of spectral compression of biceps brachii SEMG activity with increasing force levels. *J Electromyogr Kinesiol* 2009; 19: 437-48.
36. González-Izal M, Rodríguez-Carreño I, Malanda A, et al. sEMG wavelet-based indices predicts muscle power loss during dynamic contractions. *J Electromyogr Kinesiol* 2010; 1097-106.
37. 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.
38. Groeneweg R, Haanstra T, Bolman CAW, et al. Treatment success in neck pain: The added predictive value of psychosocial variables in addition to clinical variables. *Scand J Pain* 2017; 14: 44-52.
39. Guzman J, Haldeman S, Carroll LJ, et al. Clinical practice implications of the Bone and Joint Decade 2000-2010 Task Force on Neck Pain and Its Associated Disorders - from concepts and findings to recommendations. *J Manipulative Physiol Ther* 2009; 32: 227-43. a
40. Guzman J, Hurwitz EL, Carroll LJ et al. A new conceptual model of neck pain: linking onset, course, and care: the Bone and Joint Decade 2000-2010 Task Force on Neck Pain and Its Associated Disorders. *J Manipulative Physiol Ther* 2009; 32(2): 17-28. b
41. Hägg GM. Static work load and occupational myalgia: a new explanation model. In: Anderson P, Hobart D, Danoff J. *Electromyographical kinesiology*. Elsevier, Amsterdam; 1991.
42. Haldeman S, Carroll LJ, Cassidy JD et al. The Bone and Joint Decade 2000-2010 Task Force on Neck Pain and Its Associated Disorders: executive summary. *Spine* 2008; 33:5-7.

43. 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.
44. Hamilton-Wright A, Stashuk DW. Physiologically based simulation of clinical EMG signals. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering* 2005; 52 (2): 171-83.
45. Hansson GA, Nordander C, Asterland P, et al. Sensitivity of trapezius electromyography to differences between work tasks - influence of gap definition and normalisation methods. *J Electromyogr Kinesiol* 2000; 10: 103-15.
46. Helgadottir H, Kristjansson E, Einarsson E, Karduna A, Jonsson H Jr. Altered activity of the serratus anterior during unilateral arm elevation in patients with cervical disorders. *J Electromyogr Kines* 2011; 21(6): 947-953.
47. Henneman E, Somjen G, Carpenter DO. Excitability and inhibability of motoneurons of different sizes. *J Neurophys* 1965; 28: 599-620. a
48. Henneman E, Somjen G, Carpenter DO. Functional significance of cell size in spinal motoneurons. *J Neurophys* 1965; 28: 560-580. b
49. Hodges PW, Tucker K. Moving differently in pain: a new theory to explain the adaptation to pain. *Pain* 2011; 152(3): 90-98.
50. Hogg-Johnson S, van der Velde G, Carroll LJ 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. *Spine* 2008; 33(Suppl): 39-51.
51. IASP. 2009-2010 International Association for the Study of Pain. Available at: [http://www.iasp-pain.org/files/Content/ContentFolders/GlobalYearAgainstPain2/MusculoskeletalPainFactSheets/NeckPain\\_Final.pdf](http://www.iasp-pain.org/files/Content/ContentFolders/GlobalYearAgainstPain2/MusculoskeletalPainFactSheets/NeckPain_Final.pdf). Ultimo accesso giovedì 16/03/2017, 23:30.
52. Johnston V, Jull G, Darnell R, et al. Alterations in cervical muscle activity in functional and stressful tasks in female office workers with neck pain. *Eur J Appl Physiol* 2008; 103: 253-64.
53. Johnston V, Jimmieson NL, Jull G, Souvlis T. Contribution of individual, workplace, psychosocial and physiological factors to neck pain in female office workers. *Eur J Pain* 2009; 13: 985-91.

54. Jull G, Falla D, Treleaven J, et al. Retraining cervical joint position sense: the effect of two exercise regimes. *J. Orthop. Res* 2007; 25(3): 404-12.
55. Juul T, Sogaard K, Davis AM, Roos EM. Psychometric properties of the Neck Outcome Score, Neck Disability Index and Short Form-36 were evaluated in patients with neck pain. *J Clin Epidemiol* 2016; 79: 31-40.
56. Kallenberg LA, Hermens HJ. Motor unit action potential rate and motor unit action potential shape properties in subjects with work-related chronic pain. *Eur J Appl Physiol* 2006; 96(2): 203-8.
57. Kallenberg LA, Hermens HJ, Vollenbroek-Hutten MMR. Distinction between computer workers with and without work-related neck-shoulder complaints based on multiple surface EMG parameters. *Int J Ind Erg* 2006; 36: 921-9.
58. 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 Electromyogr Kinesiol* 2007; 17(3): 264-74.
59. Konrad P. The ABC of EMG - A practical introduction to kinesiological electromyography. Scottsdale (Arizona): Noraxon U.S.A. Inc; 2006.
60. Larsson R, Cai H, Zhang Q, Oberg PA, Larsson SE. Visualization of chronic neck-shoulder pain: Impaired microcirculation in the upper trapezius muscle in chronic cervico-brachial pain. *Occup. Med* 1998; 48(3): 189-94.
61. Larsson R, P. 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.
62. Larsson B, Björk J, Elert J et al. 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. *Eur J Appl Physiol* 2000; 83(4): 257-67.
63. Laursen B, Jensen BR, Garde AH, Jorgensen AH. Effect of mental and physical demands on muscular activity during the use of a computer mouse and a keyboard. *Scand J Work Environ Health* 2002; 28(4): 215-21.

64. Liberati A, Altman DG, Tetzlaff J, et al. PRISMA Statement per il reporting di revisioni sistematiche e meta-analisi degli studi che valutano gli interventi sanitari: spiegazione ed elaborazione. *Evidence* 2015; 7(6): e1000115.
65. Madeleine P, Lundager B, Voigt M, Arendt-Nielsen L. Shoulder muscle co-ordination during chronic and acute experimental neck-shoulder pain. An occupational pain study. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1999; 79(2): 127-40.
66. Madeleine P, Mathiassen SE, Arendt-Nielsen L. Changes in the degree of motor variability associated with experimental and chronic neck-shoulder pain during a standardised repetitive arm movement. *Exp Brain Res* 2008; 185(4): 689-98.
67. Mansfield M, Thacker M, Spahr N, Smith T. Associated with physical activity participation in adults with chronic cervical spine pain. A systematic review. *Physiotherapy* 2017; <http://dx.doi.org/10.1016/j.physio.2017.01.004>. In press.
68. Marker RJ & Maluf KS. Effects of electrocardiography contamination and comparison of ECG removal methods on upper trapezius electromyography recordings. *J Electromyogr Kinesiol* 2014; 24: 902-9.
69. Merletti R, Parker P. *Electromyography: Physiology, Engineering, and Noninvasive Applications*. Piscataway (NJ): IEEE Press; 2004.
70. Mirka GA. The quantification of EMG normalization error. *Ergonomics* 1991; 34(3): 343-52.
71. Mork PJ, Westgaard RH. Low-amplitude trapezius activity in work and leisure and the relation to shoulder and neck pain. *J Appl Physiol* 2006; 100 (4): 1142-9.
72. Moseley GL, Hodges PW. Reduced variability of postural strategy prevents normalization of motor changes induced by back pain: a risk factor for chronic trouble? *Behav Neurosci* 2006; 120: 474-6.
73. Nilsen KB, Westgaard RH, Stovner LJ, Helde G, Rø M, Sand TH. Pain induced by low-grade stress in patients with fibromyalgia and chronic shoulder/neck pain, relation to surface electromyography. *Europ J Pain* 2006; 10(7): 615-27.
74. Nolet PS, Côté P, Kristman VL et al. Is neck pain associated with worse health-related quality of life 6 months later? A population-based cohort study. *Spine J* 2015; 15: 675-684.

75. Nordin M, Carragee EJ, Hogg-Johnson S, et al. Assessment of neck pain and its associated disorders - Results of the Bone and Joint Decade 2000–2010 Task Force on Neck Pain and Its Associated Disorders. *J Man Phys Ther* 2009; 32(2): 117-140.
76. Osmotherly P, Attia J. The interplay of static and dynamic postural factors in neck pain. *Hong Kong Physiother J* 2008; 26: 9-17.
77. Peck CC, Murray GM, Gerzina TM. How does pain affect jaw muscle activity? The Integrated Pain Adaptation Model. *Aust Dent J* 2008; 53: 201-7.
78. Petty NJ & Moore AP. Neuromusculoskeletal examination and assessment: a handbook for therapists. London: Churchill-Livingstone; 1998.
79. Portney LG, Watkins MP. Foundations of clinical research: applications to practice. New Jersey: Prentice Hall Health; 1990.
80. Pugdahl K, Johnsen B, Tankisi H, et al. Added value of electromyography in the diagnosis of myopathy: A consensus exercise. *Clin Neurophys* 2017; doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.clinph.2017.02.001>. In press.
81. Pullman SL, Goodin DS, Marquinez AI, et al. Clinical utility of surface EMG: report of the therapeutics and technology assessment subcommittee of the American Academy Of Neurology. *Neurology* 2000; 55: 171-7.
82. Rainoldi A, Bullock-Saxton JE, Cavarretta F, Hogan N. Repeatability of maximal voluntary force and of surface EMG variables during voluntary isometric contraction of quadriceps muscles in healthy subjects. *J Electromyogr Kinesiol* 2001; 11(6): 425-38.
83. Ris I, Juul-Kristensen B, Boyle E, et al. Chronic neck pain patients with traumatic or non-traumatic onset: differences in characteristics. A cross-sectional study. *Scand J Pain* 2017; 14: 1-8.
84. Ružić V, Ivanec D, Stanke KM. Effect of expectation on pain assessment of lower - and higher - intensity stimuli. *Scand J Pain* 2017; 14: 9-14.
85. Sanderson S, Tatt ID, Higgins JPT. Tools for assessing quality and susceptibility to bias in observational studies in epidemiology: a systematic review and annotated bibliography. *Int J Epidemiol* 2007; 36: 666-76.
86. Sarquis LMM, Coggon D, Ntani G, et al. Classification of neck/shoulder pain in epidemiological research: a comparison of personal and occupational characteristics,



- disability and prognosis among 12,195 workers from 18 countries. *Pain* 2016; 157(5): 1028-36.
87. Schomacher J, Falla D. Function and structure of the deep cervical extensor muscles in patients with neck pain. *Man Ther* 2013; 18: 360-6.
  88. Schulte E, Kallenberg LA, Christensen H, 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. a
  89. Schulte E, Miltner O, Junker E, et al. Upper trapezius muscle conduction velocity during fatigue in subjects with and without work-related muscular disorders: a non-invasive high spatial resolution approach. *Eur J Appl Physiol* 2006; 96: 194-202. b
  90. Sjøgaard, G, Sjøgaard, K, Hermens HJ et al. Neuromuscular assessment in elderly workers with and without work related shoulder/neck trouble: the NEW-study design and physiological findings. *Eur J Appl Physiol* 2006; 96 (2): 110-121.
  91. Sjøgaard G, Sjøgaard K. Muscle activity pattern dependent pain development and alleviation. *J Electromyogr Kinesiol* 2014; 24: 789-94.
  92. Sjøgaard G, Zebis MK, Kiilrich K, et al. Exercise training and work task induced metabolic and stress-related mRNA and protein responses in myalgic muscles. *Bio Med Res Int* 2013; 1-12.
  93. Sjøgaard K, Blangsted AK, Nielsen PK, et al. Changed activation, oxygenation, and pain response of chronically painful muscles to repetitive work after training interventions: a randomized controlled trial. *Eur J Appl Physiol* 2012; 112: 173-81.
  94. Skatteboe S, Røe C, Fagerland MW, Granan LP. Expectations of pain and functioning in patients with musculoskeletal disorders: a cross-sectional study. *BMC Musculosk Dis* 2017; 18: 48-57.
  95. Stalberg E, Falck B. The role of electromyography in neurology. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1997; 103: 579-98.
  96. Szeto GPY, Straker LM, O'Sullivan PB. A comparison of symptomatic and asymptomatic office workers performing monotonous keyboard work - 1: Neck and shoulder muscle recruitment patterns. *Man Ther* 2005; 4: 270-80. a

97. Szeto GPY, Straker LM, O'Sullivan PB. A comparison of symptomatic and asymptomatic office workers performing monotonous keyboard work - 2: Neck and shoulder kinematics. *Man Ther* 2005; 10: 281-91. b
98. Szeto GPY, Straker LM, O'Sullivan PB. EMG median frequency changes in the neck–shoulder stabilizers of symptomatic office workers when challenged by different physical stressors. 2005; 15 (6): 544-55. c
99. Szeto GPY, Straker LM, O'Sullivan PB. The effects of speed and force of keyboard operation on neck–shoulder muscle activities in symptomatic and asymptomatic office workers. *Int J Ind Erg* 2005; 35: 429-44. d
100. Szeto GPY, Straker LM, O'Sullivan PB. The effects of typing speed and force on motor control in symptomatic and asymptomatic office workers. *Int J Ind Erg* 2005; 35: 779-95. e
101. Szeto GPY, Straker LM, O'Sullivan PB. Examining the low, high and range measures of muscle activity amplitudes in symptomatic and asymptomatic computer users performing typing and mousing tasks. *Eur J Appl Physiol* 2009; 106: 243-51. a
102. Szeto GPY, Straker LM, O'Sullivan PB. During computing tasks symptomatic female office workers demonstrate a trend towards higher cervical postural muscle load than asymptomatic office workers: an experimental study. *Aus J Phys* 2009; 55: 257–262. b
103. Talebinejad M, Chan ADC, Miri A. Multiplicative multi-fractal modeling of electromyography signals for discerning neuropathic conditions. *J Electromyogr Kinesiol* 2010; 20: 1244-8.
104. The Cochrane Collaboration's tool for assessing risk of bias. Disponibile su [http://handbook.cochrane.org/chapter\\_8/table\\_8\\_5\\_a\\_the\\_cochrane\\_collaborations\\_tool\\_for\\_assessing.htm](http://handbook.cochrane.org/chapter_8/table_8_5_a_the_cochrane_collaborations_tool_for_assessing.htm). Ultimo accesso: 04/04/2017.
105. The SENIAM project (Surface ElectroMyoGraphy for the Non-Invasive Assessment of Muscles). Disponibile su [http://seniam.org/sensor\\_location.htm](http://seniam.org/sensor_location.htm). Ultimo accesso: 03/04/2017.
106. Thorn S, Søgaaard K, Kallenberg LAC, et al. Trapezius muscle rest time during standardised computer work – A comparison of female computer users with and

- without self-reported neck/shoulder complaints. *J Electromyogr Kinesiol* 2007; 17(4): 420-7.
107. Tsang SMH, Szeto GPY, Lee RYW. Relationship between neck acceleration and muscle activation in people with chronic neck pain: implications for functional disability. *Clin Biomech* 2016; 35: 27-36.
  108. Vafadar AK, Côté JN, Archambault PS. Sex differences in the shoulder joint position sense acuity: a cross-sectional study. *BMC Musculosk Dis* 2015; 16:273-80.
  109. van der Velde G, Hogg-Johnson S, Bayoumi AM, et al. Identifying the best treatment among nonsurgical neck pain treatments - a decision analysis. *J Manipulative Physiol Ther* 2009; 32: 209-18.
  110. Voerman GE, Vollenbroek-Hutten MMR, Hermens HJ. Upper trapezius muscle activation patterns in neck-shoulder pain patients and healthy controls. *Eur J Appl Phys* 2007; 102(1): 1-9.
  111. Walton D, Y Eilon-Avigdor, Wonderham M, Wilk P. Exploring the clinical course of neck pain in physical therapy: a longitudinal study. *Arch Phys Med Rehab* 2014; 95: 303-8.
  112. 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; 15(6): 562-6.
  113. Westgaard RH, Vasseljen O, Holte KA. Trapezius muscle activity as a risk indicator for shoulder and neck pain in female service workers with low biomechanical exposure. *Ergonomics* 2001; 44(3): 339-53.
  114. World Health Organization. International Classification of Functioning, Disability and Health ICF 2001; Geneva, Switzerland.
  115. Zabihhosseinian M, Holmes MWR, Murphy B. Neck muscle fatigue alters upper limb proprioception. *Exp Brain Res* 2015; 233(5): 1663-75.
  116. Zabihhosseinian M, Holmes MWR, Howarth S, et al. Neck muscle fatigue differentially alters scapular and humeral kinematics during humeral elevation in subclinical neck pain participants versus healthy controls. *J Electromyogr Kinesiol* 2017; 33: 73-82.

117. 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; 35(5): 346-53.
118. Zanca GG, Oliveira AB, Ansanello W, et al. EMG of upper trapezius - electrode sites and association with clavicular kinematics. *J Electromyogr Kinesiol* 2014; 24: 868-74.