

**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI GENOVA
FACOLTÀ DI MEDICINA E CHIRURGIA**

**MASTER IN RIABILITAZIONE DEI
DISORDINI MUSCOLO SCHELETRICI IX° ED**

Presidente Prof. Michele Abruzzese



SEDE DI SAVONA

TESI DI MASTER

In collaborazione con



Libera Università di
Brussel

**“REVISIONE LETTERARIA DELLE ALTERAZIONI
STRUTTURALI E FUNZIONALI A CARICO DELLA
MUSCOLATURA CERVICO - TORACO - SCAPOLARE
SECONDARIE AD IMPAIRMENTS CERVICALI”**

**Relatore
Dott. Rossettini Giacomo**

**Candidato
Dott.ssa. Ft. Bergomi Gloria**

ANNO ACCADEMICO 2011/2012

“...é chato chegar á um objectivo num instante...”
“...è una noia arrivare ad un obiettivo in un instante...”
- Raul Seixas (“Metamorfosi ambulante”) –

INDICE

0. ABSTRACT	4
1. INTRODUZIONE	5
1.1. Background.....	5
1.2. Obiettivi dello studio	6
1.3. Sintesi delle Revisioni di Falla, O'Leary et al. Precedenti al 2008.....	6
1.4. Didascalia dei termini più utilizzati.....	8
2. MATERIALI E METODI	10
2.1. Strategie di ricerca per l'identificazione degli studi.....	10
2.2. Criteri per la selezione degli studi	11
2.3. Estrazione degli studi.....	14
3. RISULTATI	16
3.1. Descrizione degli studi	16
3.2. Descrizione dei partecipanti	16
3.3. Descrizione dei metodi di indagine.....	17
3.4. Descrizione dell'intervento.....	18
3.5. Sintesi degli articoli rilevanti	18
4. DISCUSSIONI	21
4.1. Associazione dolore-impairment.....	21
4.2. Cervicalgia e impairment scapolari.....	24
4.3. Efficienza neurale	27
4.4. Impairment muscolare correlato a task funzionali.....	30
4.5. Coordinazione oculomotoria.....	34
4.6. Proprietà muscolari.....	37
4.7. Altri aspetti.....	40
5. CONCLUSIONI	43
5.1. Conferme con i risultati dell'ultima revisione (2008).....	43
5.2. Nuove scoperte.....	44
5.3. Indicazioni per la pratica clinica.....	45
5.4. Indicazioni per la ricerca.....	46
6. BIBLIOGRAFIA.....	48
7. ALLEGATO A. Tabelle inerenti alla sintesi degli studi inclusi nella revisione....	52

“Revisione letteraria delle alterazioni strutturali e funzionali a carico della muscolatura cervico - toraco - scapolare secondarie ad impairments cervicali”

0. ABSTRACT

Background

Le problematiche cervicali rappresentano disordini muscoloscheletrici ad eziologia multipla che affliggono un'alta percentuale di soggetti.

In letteratura esiste una grande quantità di studi che hanno indagato le alterazioni strutturali e funzionali a carico della muscolatura cervico - toraco - scapolare secondarie ad impairments cervicali, tuttavia dal 2008 ad oggi non sono state revisionate le ultime scoperte.

Obiettivo

Lo scopo che si prefigge questo lavoro è quello di raccogliere e confrontare le evidenze fino ad oggi presenti in letteratura ed in seguito all'ultima revisione, così da mettere in rilievo il percorso fatto in questi ultimi 5 anni.

Strategie di ricerca

Per rispondere a questo quesito si è svolta una ricerca bibliografica specifica da luglio 2012 a marzo 2013 presso le banche dati MEDLINE, PEDro, Cochrane Library, CINAHL, utilizzando le parole chiave inerenti ai **muscoli cervicali** (“*upper trapezius*”, “*infrahyoid*”, “*suprahyoid*”, “*longus capitis*”, “*longus colli*”, “*multifidus cervicis*”, “*splenius capitis*”, “*rectus capitis*”, “*scalene*”, “*semispinalis cervicis*”, “*splenius cervicis*”, “*sternocleidomastoid*”, “*suboccipital*”) e riguardanti le **strategie di controllo** e le **proprietà muscolari** (“*motor control*”, “*motor control strategies*”, “*neuromuscular efficiency*”, “*activity*”, “*relaxation time*”, “*endurance*”, “*contraction*”, “*strength*”, “*fatigue*”, “*steadiness*”, “*amplitude*”, “*timing*”, “*co-activation*”, “*co-contraction*”, “*synergy*”, “*onset delay*”, “*weakness*”, “*agonist-antagonist*”, “*conduction velocity*”, “*performance*”, “*maximal voluntary contraction*”, “*atrophy*”, “*blood flow*”, “*fatty infiltration*”, “*microcirculation*”, “*metabolite concentration*”, “*cross sectional area*”, “*fast glycolytic fiber*”, “*slow oxidative fiber*”, “*allogenic substance*”) combinate con l'operatore booleano AND. Si sono adoperati limiti temporali (2008-2013); di lingua (inglese); di genere (umani) e la disponibilità dell'abstract.

Selezione degli studi

Sono stati inclusi studi RCT, CT, osservazionali e longitudinali che includono soggetti affetti da disordini muscoloscheletrici e che sondano, attraverso rilevazioni cliniche e strumentali, la presenza di alterazioni legate alla struttura e alla funzione muscolare escludendo quelli in cui si reclutano soggetti sani con dolore indotto.

Risultati

Dei 1216 studi, identificati sulla base dei criteri di inclusione ed esclusione, sono stati considerati nella revisione 32 articoli: 21 inerenti al controllo motorio e 11 alle proprietà muscolari. 944 soggetti sono stati coinvolti nella revisione con una media di 46 partecipanti a studio in un range d'età tra i 22-60 anni, (età media: 34, 2 anni). Tra i pazienti inclusi si contano 316 individui con WAD e 628 con NP riscontrando una maggioranza femminile (781 donne e 163 uomini). Gli outcome clinici indagati più frequentemente risultano l'ampiezza d'onda, il timing EMG, il CSA, il segnale T1/T2, la disabilità, la Forza e il dolore, analizzati attraverso diversi metodi di indagine come RMN, EMG, ecografia, scale e questionari.

Conclusioni

La letteratura risulta essere molto eterogenea nell'ambito della cervicgia e degli impairments secondari ad essa correlata (funzionali e strutturali).

Da un punto di vista teorico si confermano alcuni risultati dimostrati da Falla fino all'ultima revisione del 2008, mentre su alcuni aspetti, la letteratura fa luce su nuove scoperte riguardanti sia le strategie di controllo che le proprietà muscolari. Tutto ciò si rivela di grande aiuto suggerendo importanti indicazioni dal punto di vista pratico, mentre a livello teorico si lasciano aperte molteplici strade, al fine di colmare le lacune, attraverso alcuni approfondimenti e studi di alta qualità metodologica.

1. INTRODUZIONE

1.1 Background

Le problematiche cervicali rappresentano disordini muscoloscheletrici ad eziologia multipla che affliggono un'alta percentuale di soggetti.

Gli studi indicano che fino al 70 % degli individui, almeno una volta nella vita, viene colpito da neck pain (NP) e questa incidenza risulta essere in aumento.¹

Questo incremento è riconducibile alle condizioni lavorative: video terminali, lavori ripetitivi.²

Il 67% dei soggetti con cervicalgia, tende a cronicizzare, inoltre questo rischio cresce in relazione alla posizione sedentaria ed al lavoro al computer.³

Il neck pain può essere di natura specifica, come nel caso del Whiplash-Associated Disorders (WAD) o non.³

Il WAD può essere definito come un improvviso movimento del capo che avviene in 100–200 ms in seguito ad un impatto che potrebbe danneggiare il sistema nervoso o lesionare qualsiasi struttura muscoloscheletrica della colonna.⁴

In Quebec (Canada), l'incidenza del WAD risulta interessare 70 abitanti su 100,000 rappresentando 5000 casi all'anno, ed è stato calcolato essere un peso significativo per la società industrializzata.⁴

La maggior parte dei pazienti affetti da WAD recupera in 8 settimane. Tuttavia il 4–42% riporta sintomi che persistono nel corso degli anni in seguito al trauma.⁴

Come conseguenza alla cervicalgia, spesso si ha un deterioramento delle funzioni fisiche. Molta attenzione è stata rivolta a tale argomento, come dimostra il numero molto elevato di studi presenti nella letteratura che si occupa di NP e disfunzioni a questo associate.

Gli studi che hanno valutato le alterazioni secondarie ad impairments cervicali, hanno esaminato sia le strategie motorie che la struttura fisica.

Da qui la necessità, dal 2004, di raccogliere in Revisioni i risultati più rilevanti, sia staticamente che clinicamente.

1.2 Obiettivi dello studio

Lo scopo che si prefigge questo lavoro è quello di raccogliere e confrontare le evidenze fino ad oggi presenti in letteratura ed in seguito all'ultima revisione (2008), così da mettere in rilievo il percorso fatto in questi ultimi 5 anni nell'ambito delle alterazioni strutturali e funzionali a carico della muscolatura cervico - toraco - scapolare secondarie ad impairments cervicali.

1.3 Sintesi delle Revisioni di Falla, O'Leary et al. Precedenti al 2008

In seguito ad un'attenta analisi delle 4 revisioni, ^{1, 3, 5, 6} si evince una ricca quantità di materiale inerente alle proprietà muscolari e alle strategie di controllo registrate in pazienti con cervicalgia.

Il dolore non ha un effetto diretto sulle fibre muscolari, ma potrebbe attivare il Sistema Nervoso Simpatico (SNS) come reazione di difesa allo stimolo nocicettivo. ¹

L'aumentata attività del simpatico causa il rilascio di adrenalina. L'adrenalina aumenta l'ampiezza della forza di contrazione delle fibre di tipo II (muscoli superficiali) e diminuisce la durata della forza di contrazione delle fibre di tipo I (muscoli profondi). ⁵

Misurazioni rilevate tramite biopsia muscolare raccontano anche un aumento significativo nella proporzione di fibre di tipo IIC. ¹

In individui con dolore al collo, gli studi rilevano atrofia diffusa, pseudo ipertrofia e presenza di grasso (MFI) al posto dei muscoli estensori. ⁶

Altri adattamenti periferici tra cui l'ingrossamento dell'area di sezione trasversa (CSA) delle fibre di tipo I e il loro ridotto rapporto capillare/fibra associato a disturbi mitocondriali, trovano supporto nell'ipotesi "cinderella", che giustifica queste alterazioni a causa di una continua ed eccessiva stimolazione delle unità motorie a bassa soglia (fibre di tipo I). ⁵

Ad essere più colpiti da questi cambiamenti risultano essere i muscoli a livello suboccipitale ed il multifido profondo (Mul), con coinvolgimento di minor entità di quelli superficiali (semispinalis capitis: SCa). ⁶

In particolare, l'MFI si mostra prevalentemente in soggetti con WAD. ⁶ Questo risultato potrebbe essere interpretato dal maggior livello di disabilità riportato da questa categoria di soggetti rispetto a coloro affetti da cervicalgia ad esordio insidioso. ⁶

Il dolore e la conseguente stimolazione dei nocicettori sui sistemi di controllo muscolari spinali e sovraspinali, ottiene un'alterazione del controllo feed-forward, il quale risulta alterato in entrambi i muscoli superficiali e profondi, con maggior evidenza di questi ultimi (longus colli e longus capitis: Lco, Lca).³

Come conseguenza, la muscolatura profonda rivela un timing ritardato e una produzione di forza direzione specifica durante movimenti rapidi a carico degli arti superiori.¹

Al contrario, l'iperattivazione e la conseguente alterazione dei muscoli superficiali, si riscontra nella ridotta capacità di rilassamento dello sternocleidomastoideo (SCM), dello scaleno anteriore (AS) e del trapezio superiore (UT) in seguito ad una loro attivazione.

In particolare, l'UT evidenzia anche un ridotto periodo di riposo muscolare durante task ripetuti ed è generalmente suscettibile all'incremento dell'attività durante task che richiedono sforzo mentale.¹

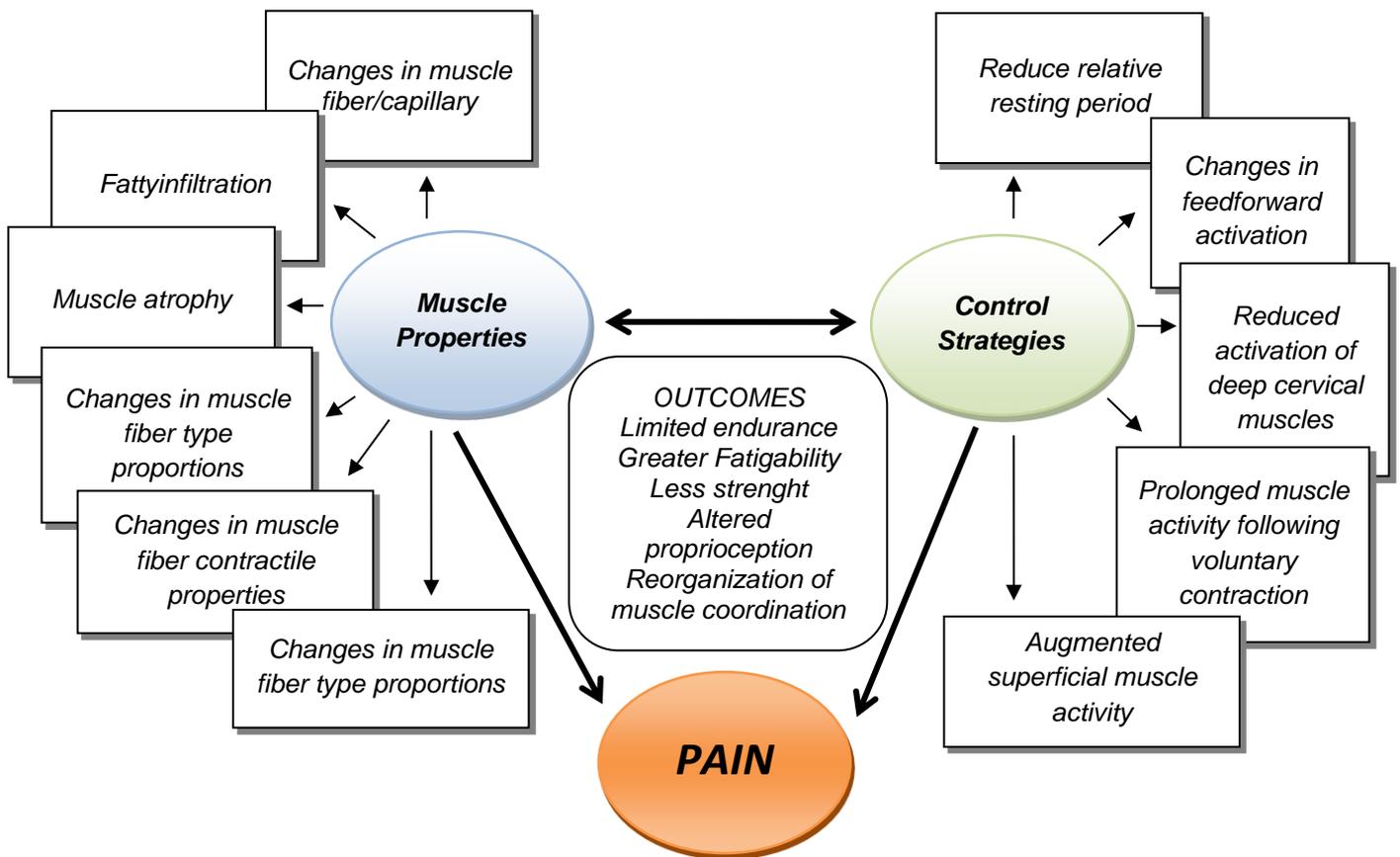
In seguito allo squilibrio muscolare sopracitato, per controllare il rachide cervicale nonostante l'inibizione algica del muscolo agonista, il nostro organismo attua un compenso, riducendo l'attività EMG dell'antagonista e incrementando quella del muscolo sinergico.¹ Questo potrebbe contribuire allo sviluppo della cronicità e perpetuare la cervicalgia.^{1,5}

Dunque clinicamente cosa osserviamo in individui con dolore al collo?

Come risultato di quanto detto fino ad ora, si potrà rilevare una resistenza limitata, una grande affaticabilità, una riduzione della forza, un'alterata propriocezione ed in conclusione una riorganizzazione della coordinazione muscolare.⁶

Alcuni di questi cambiamenti, sono stati osservati nei pazienti con neck pain, ma non in tutti gli individui sani in seguito a stimolazione dolorifica indotta. Si dimostra dunque che il dolore stesso non può sempre spiegare alcuni dati elettrofisiologici nei pazienti.¹

Le modificazioni dell'attività muscolare nei soggetti con neck pain (riassunti nello schema n.1.1) sono conseguenza di una combinazione di alterati input neurali ai muscoli e di cambiamenti delle loro proprietà.



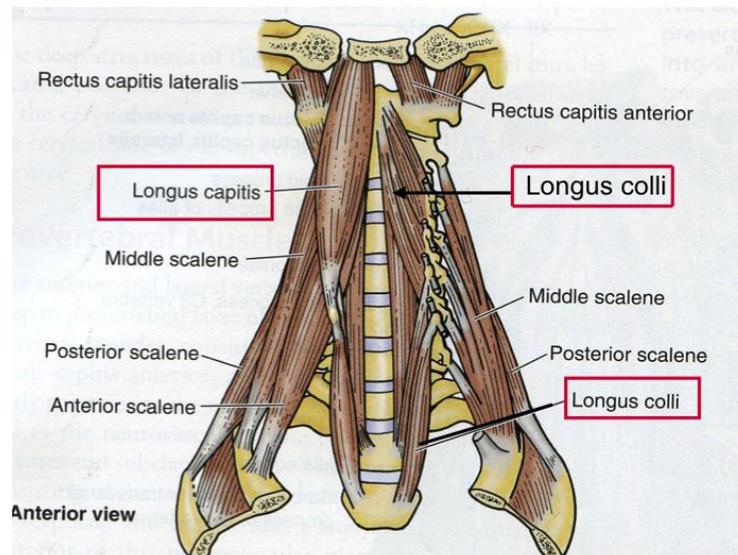
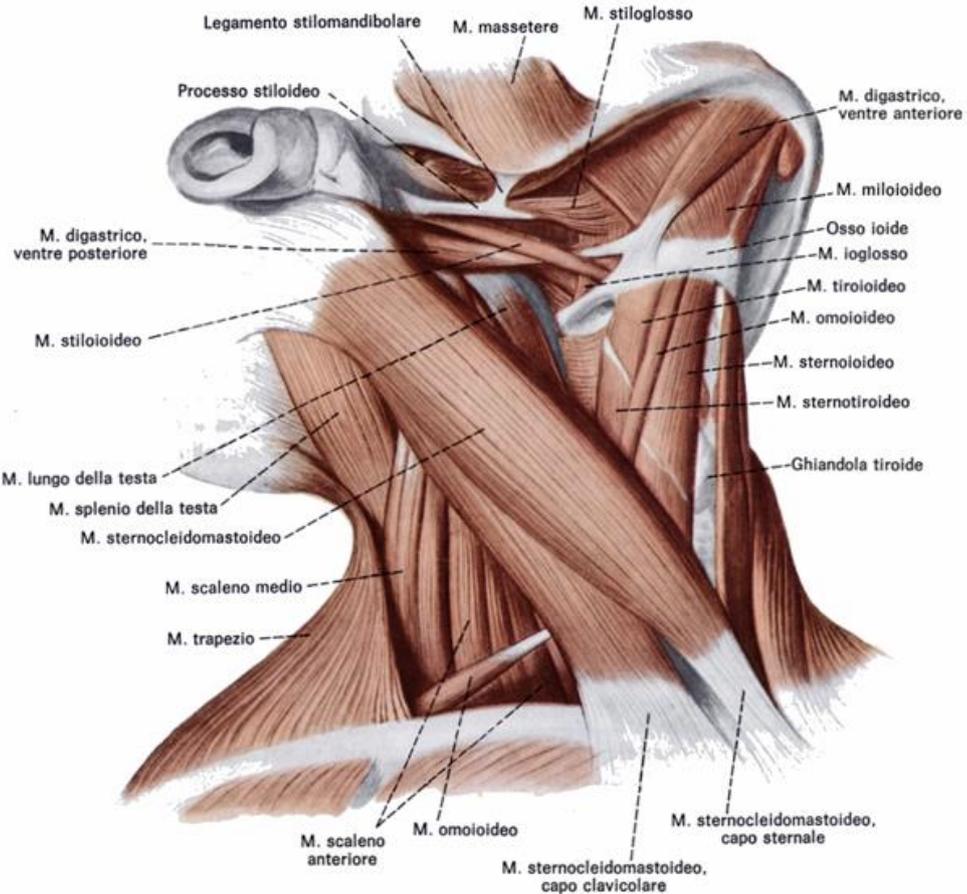
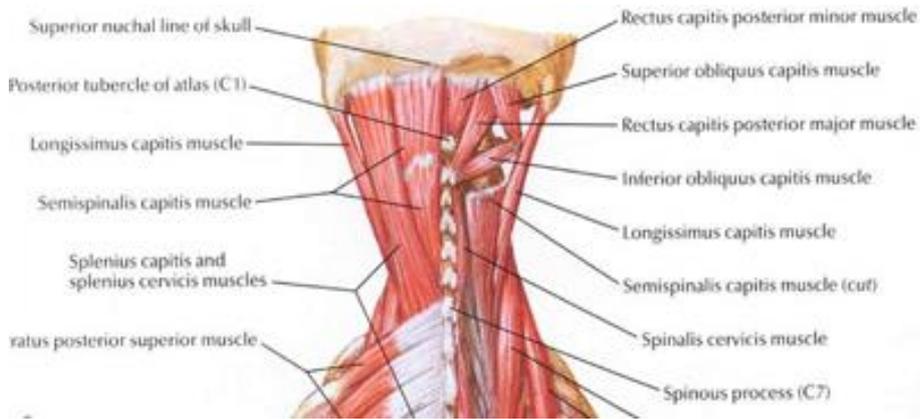
1.4 Didascalia dei termini più utilizzati

Sostantivo	Abbreviazione	Sostantivo	Abbreviazione
Rachide Cervicale	RC	Longus capitis	Lca
Neck Pain	NP	Sternocleidomastoideo	SCM
Whiplash-Associated Disorders	WAD	Scaleno	SCA
Chronic Whiplash	cWAD	Scaleno anteriore	AS
Cervicalgia ad esordio insidioso	IONP	Trapezio superiore	UT
Chronic Neck Pain	CNP	Trapezio inferiore	LT
Chronic Mechanical Neck Pain	CMNP	Splenius capitis	SC
Chronic Neck and Shoulder Pain	CNSP	Semispinalis cervicis	SCe
Chronic non-specific Neck Pain	CNNP	Semispinalis capitis	SECM
Bilateral chronic neck pain	bCNP	Obliquus capitis inferior	OI
Healthy controls	CON	Obliquus capitis superior	OS
Office workers	OF	Estensori cervicali superficiali	CEs
Cross Sectional Area	CSA	Flessori cervicali superficiali	CFs
Muscle Fatty Infiltrate	MFI	Cervical paraspinals	CP
Elettromiografia	EMG	Erector spinae thoracic level	TES
Range of Motion	ROM	Erector spinae lumbar level	LES
Risonanza Magnetica	RMN	Dentato anteriorie	SA
Multifido profondo	Mul	External oblique	EO
Longus colli	Lco	Rectus Abdominis	RA

Fig. n. 1.1

Visione della muscolatura cervicale:

- A) posteriore profonda
- B) anteriore superficiale
- C) anteriore profonda



2. MATERIALI E METODI

2.1 Strategie di ricerca per l'identificazione degli studi

La ricerca bibliografica è stata eseguita da luglio 2012 a marzo 2013, condotta allo scopo di esplorare la letteratura e rispondere all'obiettivo dell'elaborato.

Tutti gli articoli presi in considerazione nella revisione sono stati trovati consultando i seguenti **database elettronici**:

- *MEDLINE* (Medical Literature Analysis and Retrieval System Online)
- *PEdro* (Physiotherapy Evidence Database)
- *Cochrane Library*
- *Cinahl* - EBSCO Publishing

Per la ricerca degli articoli riguardanti le alterazioni strutturali e funzionali a carico della muscolatura cervico - toraco - scapolare secondarie ad impairments cervicali, si è introdotto le seguenti **parole chiave**:

- inerenti ai **muscoli cervicali** (superficiali e profondi): "*upper trapezius*", "*infrahyoid*", "*suprahyoid*", "*longus capitis*", "*longus colli* " , "*multifidus cervicis*" , "*splenius capitis*", "*rectus capitis*", "*scalene*", "*semispinalis cervicis*", "*splenius cervicis*", "*sternocleidomastoid*" , "*suboccipital*";
- inerenti alla categoria **strategie di controllo** (alterazioni funzionali): "*motor control*", "*motor control strategies*", "*neuromuscular efficiency*", "*activity*", "*relaxation time*", "*endurance*", "*contraction*", "*strength*", "*fatigue*", "*steadiness*", "*amplitude*", "*timing*", "*co-activation*", "*co-contraction*", "*synergy*", "*onset delay*", "*weakness*", "*agonist-antagonist*", "*conduction velocity*", "*performance*", "*maximal voluntary contraction*";
- inerenti alla categoria **proprietà muscolari** (alterazioni strutturali): "*atrophy*", "*blood flow*", "*fatty infiltration*", "*microcirculation*", "*metabolite concentration*", "*cross sectional area*", "*ast glycolitic fiber*", "*slow oxidative fiber*", "*alco-genic substance*".

Le stringhe di ricerca adoperate nel corso dell'indagine sono state:

- "parola chiave del gruppo inerente ai muscoli cervicali" AND "parola chiave del gruppo inerente alla categoria strategie di controllo " (es: "*upper trapezius*" AND "*motor control*");

- “parola chiave del gruppo inerente ai muscoli cervicali” AND “parola chiave del gruppo inerente alla categoria proprietà muscolari” (es: “*upper trapezius*” AND “*cross sectional area*”).

I limiti applicati sono stati *temporali* (dal 01/01/2008 al 31/03/2013) e *di lingua* (inglese ed italiano) richiedendo la disponibilità dell’*abstract* e, qualora possibile, il coinvolgimento di soli *umani*.

Una sintesi dei limiti impiegati nelle banche dati è presentata nella tabella 2.1.

Banche dati	Limiti utilizzati
Medline	- Dates: published in the last – specific date range (2008 – 2013) - Species: Humans - Text options: abstracts - Languages – Italians, english
PEDro	- Abstract e title - Published since (2008)
Cochrane Library	- Abstract e title - Published since (2008)
Cinahl - EBSCO Publishing	- Abstract available - Publication years (2008 – 2013) - Language (Italian, english)

Tabella 2.1

2.2 Criteri per la selezione degli studi

Tipologia di studi: si è deciso di includere nella revisione trial clinici randomizzati controllati [RCT], trial clinici controllati [CT], studi osservazionali e trasversali.

Tipologia di partecipanti/criteri d’inclusione: si è scelto di includere articoli su soggetti affetti da disordini muscoloscheletrici cervicali di diversa eziologia, di sesso maschile e femminile senza limiti di età, istruzione e lingua.

Criteri d’esclusione: indagini dove si reclutano soggetti sani e si induce artificialmente il dolore attraverso iniezioni di soluzioni saline, poiché la tesi non si pone solo lo scopo di indagare gli effetti del dolore, ma di tenere anche in considerazione una combinazione di alterazioni di input neurali e di cambiamenti delle proprietà muscolari, presenti solo in soggetti realmente affetti.

Tipologia di intervento e comparazione:

gli studi selezionati attraverso la lettura del full text, rivelano un metodo di intervento che sonda la presenza di alterazioni legate alla struttura e alla funzione muscolare attraverso rilevazioni cliniche e strumentali.

Le rilevazioni cliniche e strumentali vengono riassunte nella tabella n. 2.2

RILEVAZIONI CLINICHE	RILEVAZIONI STRUMENTALI
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Scale: <ul style="list-style-type: none"> The Borg CR-10 scale Visual Analogue Scale (VAS) Scala numerica del Discomfort (Kuorinka et al., 1987) Duration of Neck Pain (DUR) Quebec classification of WAD (grades from Spitzer et al. 1995) ➤ Questionari: <ul style="list-style-type: none"> Neck Disability Index (NDI) EuroQuol 5D Specific Whiplash Questionnaire Whiplash Disability Questionnaire Short Form Health Questionnaire (SF-36) General Health Questionnaire (GHQ-12) Musculoskeletal complaint Severity Index (MSI) Physical Activity Questionnaire (PA, Ekblom-Bak et al. 2010) ➤ Cranio-cervical flexion test (CCFT) ➤ Body Chart (ACECAD) ➤ Cervical Spine Mobility ➤ Body Mass Index (BMI) 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Elettromiografia (EMG): <ul style="list-style-type: none"> elettrodo nasofaringeo, di superficie (bipolare), intramuscolare (ago-elettrodo) ➤ Risonanza Magnetica: <ul style="list-style-type: none"> Nucleare (RMN), Funzionale (mfMRI), spettroscopica (MRS), Diffusion-weighted imaging (DWI) ➤ Ecografia (ECO) ➤ Laser-Doppler flowmetry (LDF) ➤ Cardio frequenzimetro (Cf) ➤ Elettrocardiogramma (ECG) ➤ Electro-oculography (EOG) ➤ Potenziometro ➤ Goniometro elettrico ➤ Inclinometro digitale ➤ Dispositivo elettromagnetico motion-tracking 3D ➤ Dispositivo-dinamometro per la misurazione multidirezionale della forza cervicale (Aalborg University, Denmark) ➤ Dinamometro con visul-feedback ➤ Piattaforma di forza a 6 gradi di libertà ➤ Dispositivo Stabilizer™ ➤ Termografo ➤ Sfignomometro ➤ Photo-plethysmo-graphy (PPG)

Tabella n. 2.2

Tipologia di misurazione d'outcome:

Le rilevazioni cliniche e strumentali hanno rilevato i seguenti outcome, che per chiarezza si è suddiviso in due gruppi:

- outcome clinici
- outcome strumentali

Le misurazioni di outcome vengono riassunte nella tabella n. 2.3

OUTCOME CLINICI	OUTCOME STRUMENTALI
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Score numerico specifico della scala (riportate in tabella n. 1.2) ➤ Score numerico specifico del questionario (riportati in tabella n. 1.2) ➤ Score CCFT in mmHg ➤ Mappa corporea della distribuzione del dolore ➤ Rotazione cervicale attiva misurata in radianti (somma rotazione a destra + sinistra) ➤ Peso corporeo in Kg / altezza in cm 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ampiezza onda elettromiografica (μV) o % EMGmax ➤ Durata attività muscolare EMG (millisecondi) ➤ Onset e offset elettromiografico (millisecondi) ➤ Durata riposo elettromiografico (Gaps/min) ➤ Tasso di scarica di una singola Unità Motoria [μV] ➤ Numero di Unità Motorie attivate ➤ Cross-Sectional Area (CSA in cm^2) ➤ Infiltrazione di grasso (MFI, in mm) in T1 pesate (RMN) o immagine ecografica ➤ Rapporti di forma e dimensione dei muscoli (in cm, ECO) ➤ Variazione del tempo di rilassamento (in T2 pesate) dell'acqua presente nel muscolo a seguito di attivazione muscolare ➤ Picchi di diffusione dei metaboliti del midollo spinale e del muscolo (N-acetylaspartate (NAA), creatine (Cr) e choline (Cho)). ➤ % di flusso basale di perfusione sanguigna (%LDFbaseline) ➤ Battito Cardiaco in Hz (beat/min) ➤ Movimento orizzontale degli occhi in radianti ➤ Rotazione del collo in radianti ➤ Angolo collo-tronco in radianti ➤ Misura il Range Of Motion articolare e la cinematica 3D scapolare in radianti o radianti / milli secondo ➤ Misura le oscillazioni posturali in mm ➤ Forza muscolare espressa in Newton (N) e calcolata in %MVC (maximum voluntary contraction) ➤ Curva di attivazione direzionale (rappresenta la modulazione di intensità dell'attività muscolare con la direzione della forza compiuta) ➤ Temperatura cutanea in °C ➤ Ampiezza onda dell'ECG ➤ Pressione arteriosa minima (diastolica) e quella massima (sistolica) in mmHg ➤ Rilevazione cambiamenti del flusso e del volume sanguigno attraverso la variazione dell'assorbimento di luce

Tabella n. 2.3.

2.3 Estrazione degli studi:

Gli articoli sono stati selezionati attraverso un'attenta analisi dell'abstract.

Gli abstract considerati sono stati quelli relativi a studi in cui si indaga la presenza di alterazioni funzionali e strutturali in soggetti con cervicalgia muscolo-scheletrica ad eziologia multipla.

La ricerca estensiva ha identificato **2107** studi, di questi **891** sono stati scartati poiché citati più di una volta, rimanendo con un totale di **1216 articoli** individuati tutti mediante ricerca digitale.

Uno screening preliminare è stato svolto sulla base delle informazioni ottenute da titolo ed abstract di tutti gli studi selezionati che ha permesso di identificare **36** articoli pertinenti ed eliminarne **1180** sulla base dei criteri di esclusione riportati nel paragrafo 2.2. Sono stati reperiti ed esaminati i full text degli elaborati i cui abstracts suggerivano che i criteri di inclusione fossero stati rispettati, presso le banche dati a distanza dell'Università degli Studi di Modena e di Genova, arrivando ad escludere altri **3** lavori utilizzando i criteri riportati nel paragrafo 2.2.

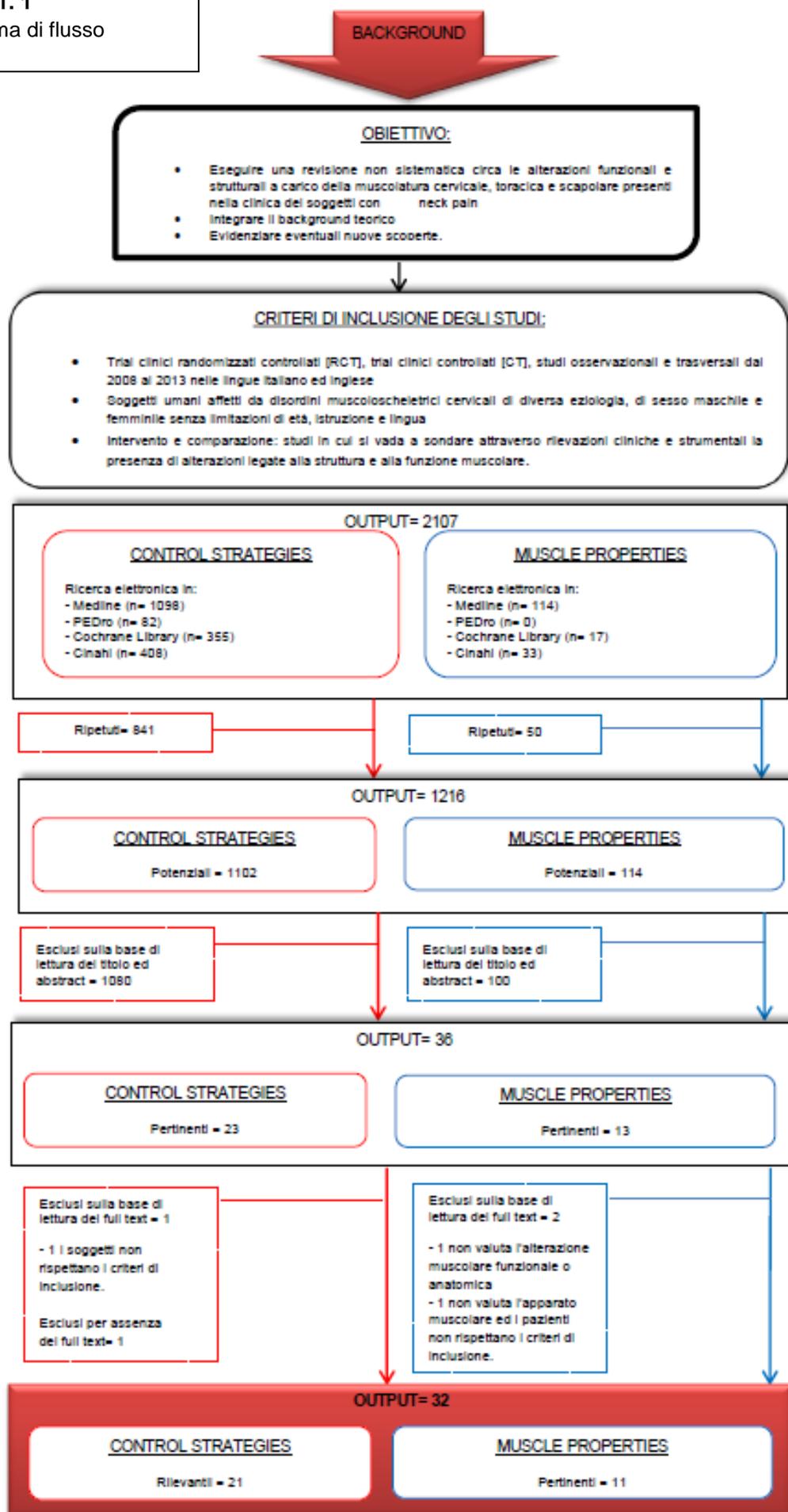
1 articolo si è dimostrato essere eleggibile all'inclusione da titolo ed abstract ma nonostante svariati tentativi, non si è riuscito a recuperare il full text.

Al termine della ricerca sono risultati quindi **32 articoli** rilevanti, ospitati in **24** riviste scientifiche, rispettanti i criteri di inclusione e di esclusione.

Il flusso di ricerca che sviluppa il processo di selezione degli studi ed i criteri caratterizzanti lo stesso è rappresentato nella figura n. 2.1

Le tabelle che riportano i 32 articoli rilevanti inclusi nella revisione si possono consultare nell'allegato A.

Fig. n. 2.1. 1
Diagramma di flusso



3. RISULTATI

3.1 Descrizione degli studi

Gli articoli selezionati risultano essere 32 studi osservazionali (4 comparativi, 10 caso-controllo, 5 di coorte prospettici, 1 controllato prospettico, 1 in cieco osservazionale e trasversale, 1 case series, 1 controlled clinical trial, 7 cross-sectional, 2 quasi experimental).

3.2 Descrizione dei partecipanti

Gli elaborati utilizzati per la stesura della revisione hanno coinvolto **944** soggetti affetti da cervicalgia e **541** individui asintomatici con una media di **46** partecipanti a studio compresi in un range d'età tra i 22-60 anni, (età media: 34, 2 anni).

Tra soggetti inclusi nel gruppo caso, la maggior parte dei soggetti inclusi negli studi risulta essere femminile, con la presenza di 781 donne e 163 uomini.

Gli articoli descrivono i soggetti inclusi nello studio come affetti da cervicalgia di diversa eziologia, di cui ne riportiamo le percentuali nel grafico n. 3.1 ed il numero: **CNP = 451, NP = 177, WAD = 100, CWAD = 216.**

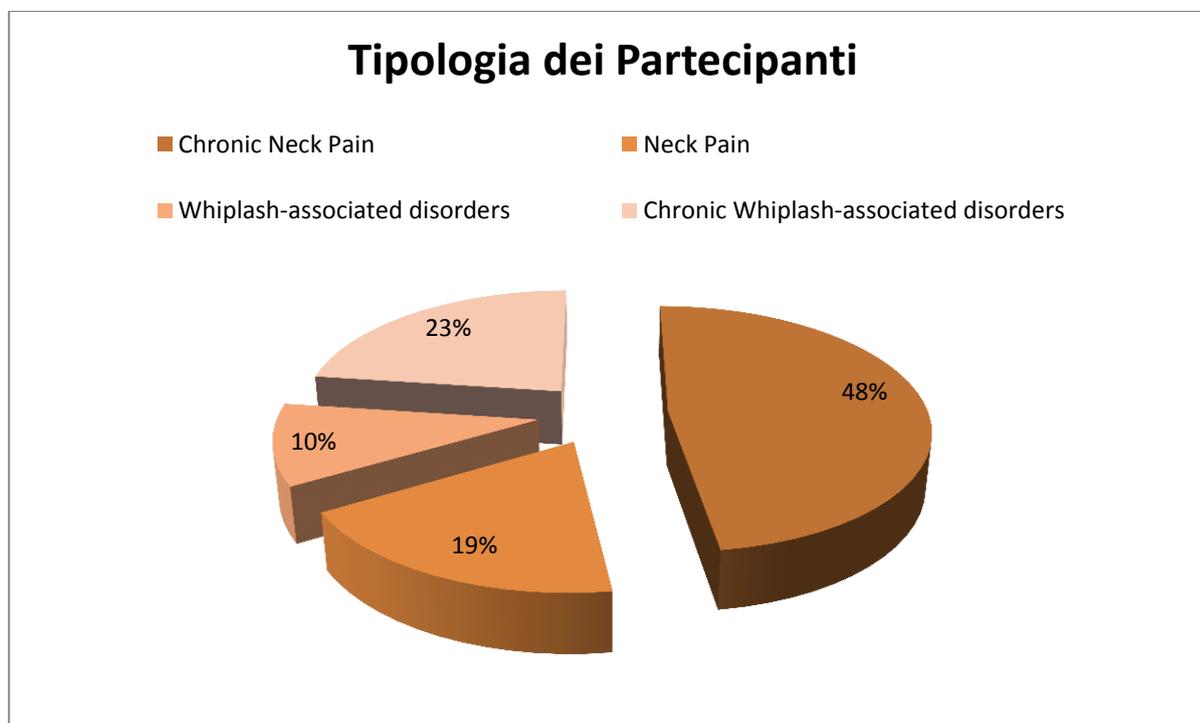


Grafico n. 3.1

3.3 Descrizione del metodo di indagine

Per effettuare le misurazioni attraverso i partecipanti agli studi hanno utilizzato svariati metodi di indagine, riportati nel grafico n. 3.2.

I più utilizzati risultano essere:

- EMG= 22
- RMN= 7
- Ecografia= 4
- Dispositivo Motion-Tracking3D= 5
- Dinamometro= 9
- STABILIZER™= 2
- Questionario NDI = 18
- Scala VAS = 14
- Altri strumenti = 11
- Altre scale o questionari =19

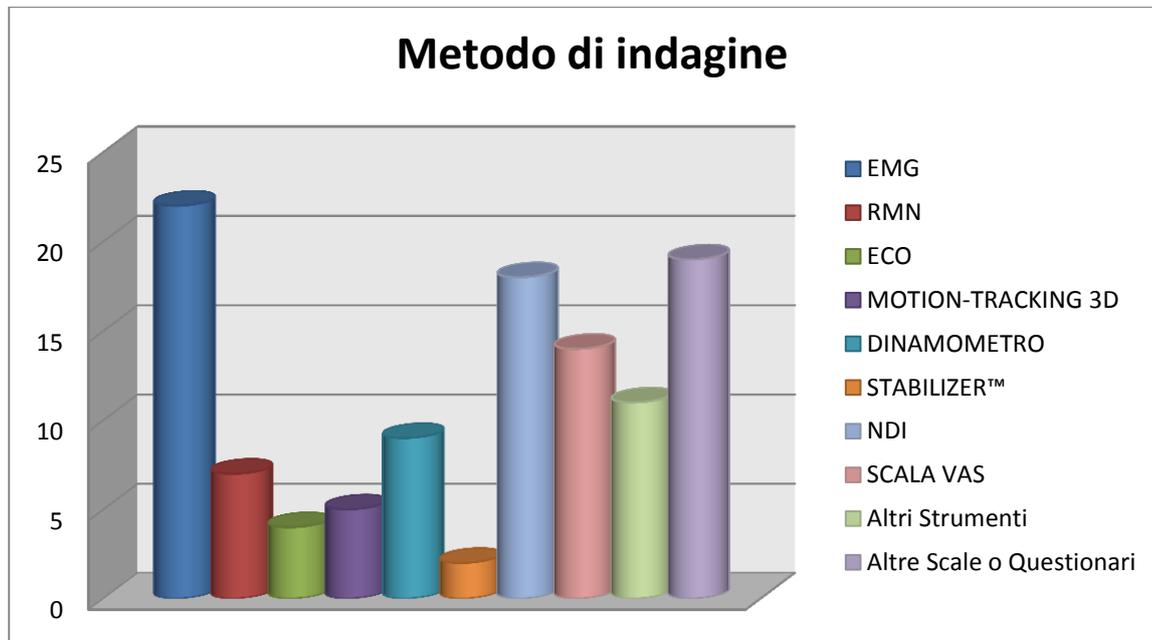


Grafico n. 3.2

3.4 Descrizione dell'intervento

Attraverso i differenti metodi di indagine, negli studi vengono messi in pratica diversi tipi di intervento, che vengono riportati nel grafico n. 3.3. Quelli più frequenti risultano essere quelli che testano:

- Ampiezza onda = 22
- Timing EMG = 6
- CSA= 6
- Variazione del segnale in T2 o T1= 5
- Rapporto di forma= 4
- Disabilità= 18
- Dolore= 14
- Disconfort/Disagio = 4
- Movimento 3D in Rad = 5
- Pressione-forza= 7
- %MVC = 4
- Altri= 11

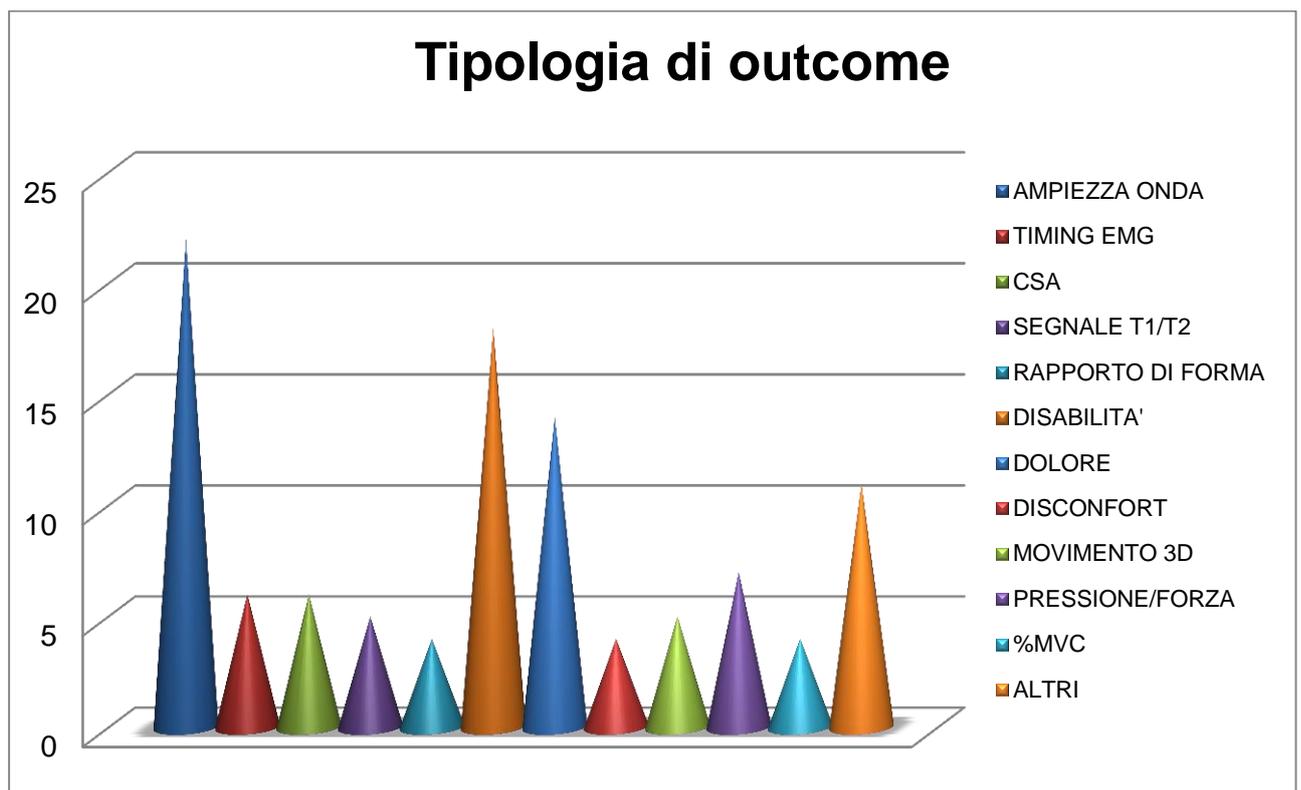


Grafico n. 3.3

3.5 Sintesi degli articoli rilevanti

Le tabelle contenenti la sintesi dettagliata degli articoli sono contenute in allegato e rispondono in modo esaustivo alle seguenti informazioni: campione, intervento e comparazione, metodo di indagine, risultati e conclusioni.

Di seguito si riporta una raccolta degli studi rilevanti analizzati in questo lavoro di tesi (vedi Tabella n. 3.1).

Per chiarezza sono stati suddivisi in due gruppi, coerentemente con l'eziologia della cervicalgia (idiopatica o traumatica).

Neck Pain	WAD
<ul style="list-style-type: none"> ○ Falla et al.⁷, valutano la relazione tra i sintomi clinici e la funzione dei flessori profondi in donne con CNP. ○ Johnston et al.⁹, esplorano gli aspetti della funzione dei muscoli anteriori e posteriori in donne con NP impegnate in lavori d'ufficio. ○ O'Leary et al.¹⁰, confrontano l'associazione tra i livelli di dolore al collo, disabilità e attivazione dei flessori superficiali in soggetti con CNP durante l'esecuzione del CCFT. ○ Zakharova-Luneva et al.¹¹ analizzano il comportamento delle 3 porzioni del trapezio in pazienti con CNP durante compiti standardizzati a carico del cingolo scapolare. ○ Falla et al.¹³ confrontano il comportamento delle unità motorie dello SCM in pazienti CNP e in CON. ○ Leonard et al.¹⁵ confrontano l'attività muscolare EMG del UT tra i due gruppi caso-controllo durante il compito di scrittura al computer della durata di 30'. ○ Szeto et al.¹⁶ confrontano l'attività EMG dell'UT tra gruppo caso e controllo durante l'adozione di due posture di riposo: (1) mani sul ventre e (2) mani sulla tastiera. ○ Strøm et al.¹⁷ rilevano il livello di intensità del dolore, della microcircolazione e della attività EMG nel trapezio durante 90 minuti di lavoro d'ufficio simulato e in compiti di precisione manuale in un gruppo caso e un controllo. ○ Johnston et al.¹⁸ cercano di determinare le differenze tra gruppo caso e controllo in termini di stress, ampiezza elettromiografica (EMG) e battito cardiaco in risposta a vari task; i muscoli indagati sono stati: SCM, AS, CE e UT. ○ Szeto et al.¹⁹ verificano la presenza di un alto carico muscolare-posturale cervicale (in termini di elevate ampiezze e minor riposo muscolare, e maggior discomfort) in symptomatic female OF rispetto CON mentre eseguono tre task specifici (sia unilaterali che bilaterali). ○ Lindstrøm et al.²¹ indagano la relazione tra coattivazione muscolare cervicale, forza 	<ul style="list-style-type: none"> ○ B.Cagnie et al.⁸ confronta il pattern dei flessori profondi e superficiali cervicali tra pazienti con WAD e un gruppo di CON. ○ Igadottir et al.¹² indagano la presenza di un alterato pattern a carico del SA e del trapezio in pazienti con IONP e soggetti con WAD confrontati con un gruppo di controllo. ○ Schomacher et al.¹⁴ analizzano il comportamento neurofisiologico del SCe nei soggetti con dolore al collo di origine traumatica durante contrazioni isometriche. ○ Bexander et al.²⁰ indagano se il WAD può inficiare la coordinazione tra il movimento degli occhi, del collo e l'attività EMG dei muscoli SCM, OI, SC e Mul. ○ Juul-Kristensen et al.²² analizzano l'attività dei muscoli cervicali ed il controllo posturale in pazienti con WAD in confronto con soggetti sani. ○ Côté et al.²⁷ valutano l'abilità di mantenere la postura seduta eretta in soggetti con WAD rispetto a soggetti sani a seguito di una perturbazione esterna mentre veniva loro misurate la cinematica del corpo e l'EMG dei muscoli SCM e LES. ○ Elliott et al.²⁸ comparano quantitativamente la presenza di MFI e la CSA nella muscolatura anteriore del rachide cervicale in WAD attraverso la RMN. ○ Matsumoto et al.²⁹ comparano i cambiamenti a lungo termine nella muscolatura estensoria tra due gruppi (WAD e CON). Valutano la correlazione tra CSA dei muscoli posteriori profondi e i sintomi cervicali. ○ Ulbrich et al.³¹ valutano i cambiamenti del CSA dei muscoli CE e SCM a 24h – 3 e 6 mesi nel tempo, inoltre se esiste una correlazione CSA/outcome clinico. ○ Ulbrich et al.³² verificano l'ipotesi che i soggetti con WAD hanno un minor CSA dei muscoli estensori cervicali (profondi e superficiali) e dello SCM rispetto al gruppo di controllo. ○ Elliott et al.³⁷ quantificano i metaboliti del midollo spinale e della muscolatura cervicale

<p>cervicale, dolore percepito e disabilità in donne con CNP confronto a CON, attraverso task isometrici hanno valutato il comportamento dei muscoli sternocleidomastoideo (SCM) e splenius capitis (SC).</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Park et al.²³ paragonano l'attività EMG dei muscoli superficiali cervicali (UT, SCM, CE) così come il ROM del collo durante l'utilizzo del violino e nella posizione di riposo, tra studenti di violino con e senza NP. ○ Maroufi et al.²⁴ valutano le caratteristiche del FlexionRelaxationPhenomenon (FRP) nella regione cervicale in soggetti con CNP e un gruppo di controllo. ○ O'Leary et al.²⁵ confrontano il pattern dei muscoli estensori cervicali (Mul, SCe, SECM e SC) in soggetti con CNP rispetto a CON prima e subito dopo 2 esercizi di estensione cranio-cervicale. ○ Shih e Kao²⁶ osservano se la localizzazione del dolore e il lato dominante influenzano la cinematica scapolare e l'attività EMG del trapezio superiore e SCM durante un task di elevazione bilaterale delle braccia in soggetti con CNP. ○ Fernández-de-las-Peñas et al.³⁰ analizzano le differenze di dimensione e forma del multifido cervicale tra pz con bCNP e CON tramite ecografia. ○ Javanshir et al.³³ valutano le differenze (il CSA, la dimensione anteriore-posteriore e laterale e il rapporto di forma) nel muscolo Lco in soggetti con CNP rispetto a CON. ○ DibaiFilho et al.³⁴ analizzano la temperatura superficiale cutanea del UT in soggetti con NP e CON. ○ Rezasoltani et al.³⁵ comparano la dimensione e l'asimmetria del SECM tra un gruppo di female OF con CNP e un gruppo di CON. ○ Rezasoltani et al.³⁶ comparano la forza dei muscoli cervicali flessori ed estensori e la grandezza del SECM in soggetti con CNP e un gruppo di CON. ○ Hallman et al.³⁸ valutano nel muscolo trapezio le variazioni per il flusso sanguigno (MBF), l'attività muscolare, la variabilità della frequenza cardiaca (HRV) e la pressione sistemica del sangue (BP) in soggetti con CNP e CON. 	<p>nella diffusione veloce e lenta dell'acqua in un piccolo campione di pazienti con cWAD e CON.</p>
---	--

Tabella n. 3.1

4. DISCUSSIONI

4.1 Associazione dolore-impairment

Il dolore al collo è un problema comune nella popolazione. Tra i soggetti adulti, più del 50 %, ne è colpito ogni anno.⁷

Nonostante rimanga ancora da chiarire quali siano i meccanismi alla base dell'alterazione motoria nella cervicalgia (cambiamento dell'eccitabilità corticale, risposta riflesso mediata, attivazione del SNS, aspetti psicologici) è da considerare che la disfunzione a carico del controllo neuromuscolare (vedi Fig. n. 1.1) potrebbe predisporre le strutture cervicali a stress meccanici perpetuando e cronicizzando i sintomi ed esponendo il rachide cervicale a continui microtraumi durante banali compiti della vita quotidiana, come alzarsi dal letto o elevare un arto.⁷

Per indagare la funzione muscolare è ampiamente utilizzato il Cranio-Cervical-Flexion-Test (CCFT). La flessione craniocervicale è competenza specifica dei flessori profondi, più specificatamente di Lca e Lco, grazie alla loro inserzione, rispettivamente a livello del cranio e della prima vertebra cervicale.⁸

Per testare la componente estensoria, invece, si eseguono altri due test (Fig. n. 4.1.1): il primo è un' estensione cervicale a partenza dalla posizione neutra (CCN), il secondo dalla posizione estesa di 15°(CCE).²⁵

Attraverso il metodo di indagine dell'EMG o in seguito alla lettura del segnale T2 mediante Risonanza magnetica funzionale (mfMRI), si è scoperta e dimostrata un'ampia gamma di impairments correlati allo stimolo nocicettivo.^{7, 25}

Quello che emerge è una minor ampiezza EMG oltre ad un ritardo significativo nell'attivazione dei flessori profondi durante elevazioni con gli arti superiori o durante il CCFT.⁷

Non solo i flessori, ma anche gli estensori profondi (Mul, SCe, SECM e SC) risultano avere un'alterata attività in soggetti con cervicalgia, mostrando un ridotto livello di attivazione.²⁵

In questa categoria di individui, l'alterazione muscolare, è evidente nel distretto inferiore del rachide cervicale (C5-C6, C7-T1) e specificatamente per Mul, SCe e SC.²⁵

Quanto emerso è stato rilevato solo in seguito all'esecuzione del CCN, dimostrando le proprietà biomeccaniche di questo test per l'analisi della muscolatura profonda, a differenza del CCE che non evidenzia risultati rilevanti.²⁵

In seguito a studi più approfonditi si dimostra la correlazione tra l'intensità del dolore (VAS) e la muscolatura profonda in termini di ampiezza EMG dei CFd (durante il CCFT) e di onset degli stessi (durante rapidi movimenti di flessione del braccio).⁷ Al contrario si nega la relazione tra l'ampiezza EMG, l'onset dei CFs e la durata, l'area del dolore e lo score al NDI.⁷

L'instabilità conseguente a questi impairment, può portare il soggetto a vicariare l'azione dei muscoli profondi, iperattivando quelli superficiali (SCM, AS, CEs e UT).⁹

Questa necessità potrebbe essere sostenuta da un tentativo di proteggere il rachide cervicale dal dolore e da movimenti provocativi.⁹

In seguito all'analisi di questi muscoli durante l'esecuzione di un task di coordinazione, Johnston rileva una grande attività a carico di UT, CEs e CFs.⁹

Mentre nel compimento dell'esercizio, l'iperattivazione si riscontra specialmente nell' UT dell'arto dominante, alla fine del test questa tendenza si manifesta anche nel controlaterale.⁹ Coerentemente, dati simili vengono riportati in seguito all'esecuzione del CCFT.⁹

Queste evidenze sono rilevanti nel gruppo dei pazienti ed assenti nei CON, dimostrando una chiara relazione tra il livello del dolore auto-rapportato e misurato con la scala VAS e l'alterata attività dei CFs e CFd.^{7,9}

Questa alterazione muscolare è correlata anche con disabilità e grado di movimento.⁹

Tuttavia, lo studio di Cagnie⁸, fallisce nel dimostrare la differenza tra il pattern muscolare degli individui con WAD e quelli sani.

La sua analisi è eseguita specificatamente per i muscoli Lco, Lca e SCM, attraverso mfMRI, in seguito all'esecuzione del CCFT a 26mm/Hg.⁸ Mentre per il gruppo di controllo si registra un maggior segnale T2 per Lca rispetto allo SCM, dimostrando la specificità del CCFT, tra i due gruppi le differenze sono irrilevanti.⁸

Una spiegazione potrebbe essere fornita dal livello mediamente basso dei sintomi lamentati dai pazienti, dal fatto che la mfMRI non fosse mai stata validata per la muscolatura cervicale ed infine dall'unicità dello stage del CCFT(26 mmHg) diversamente dagli studi precedenti che lo testavano in tutti i livelli (22-24-26-28-30mmHg).⁸

Altra discrepanza si nota nello studio di O'Leary¹⁰, il quale, pur ribadendo la relazione tra l'attività dei muscoli superficiali durante il CCFT e l'intensità del dolore, fallisce nel dimostrare il rapporto tra i livelli di disabilità misurata, la durata del dolore e l'alterazione muscolare. La stessa relazione viene invece confermata nello studio di Johnston.⁹

Analizzando i due studi, la causa del disaccordo, potrebbe celarsi dietro agli score realizzati al NDI che smascherano un livello di disabilità inferiore nei partecipanti dello studio di O'Leary ¹⁰(10/50 contro 30/100). Inoltre si limita ad analizzare i muscoli SCM e AS a differenza di Johnston ⁹, che oltre a quelli citati, misura anche CEs e UT.

Si sottolinea dunque l'importanza assunta dall'intensità del dolore.⁹

La motivazione è inerente alla cascata di eventi che il dolore cronico innesca, come l'intensità EMG degli estensori durante il movimento di flessione e al persistere dello stesso fenomeno anche al completamento e mantenimento della flessione stessa.²⁴

L'alterazione muscolare si estende anche alla semplice posizione neutra e al movimento di estensione in cui gli estensori, rispettivamente, evidenziano una prolungata attività ed un reclutamento anticipato.²⁴

Questa argomentazione è sostenuta da un recente studio di Maroufi ²⁴ in cui si indaga il flexion relaxation phenomenon (FRP). Per FRP si intende la capacità da parte dei muscoli estensori superficiali di inibirsi durante la completa flessione, lasciando il compito di supporto del rachide cervicale alle strutture passive (vertebre, dischi legamenti, tendini e fascia).²⁴

Quello che emerge è che l'85,7% dei partecipanti sani mostra un FRP di CEs, mentre questo fenomeno avviene solo nel 36,3% del gruppo pazienti.²⁴

L' UT si discosta dagli altri muscoli superficiali, non presentando affatto il FRP in nessuno dei due gruppi.²⁴

Oltre alla relazione che lega il dolore alle alterazioni muscolari, la letteratura fa luce anche su altre questioni alla base degli impairment funzionali e strutturali dei pazienti.

Lo dimostra, per esempio, un gruppo di soggetti sani in cui si evidenzia la stessa alterazione muscolare in seguito all'attivazione del simpatico ottenuta attraverso il cold pressure test (Boudreau et al., 2010) riscontrando come un aumentato outflow simpatico-surrenale possa alterare a sua volta l'attività motoria.^{13,10}

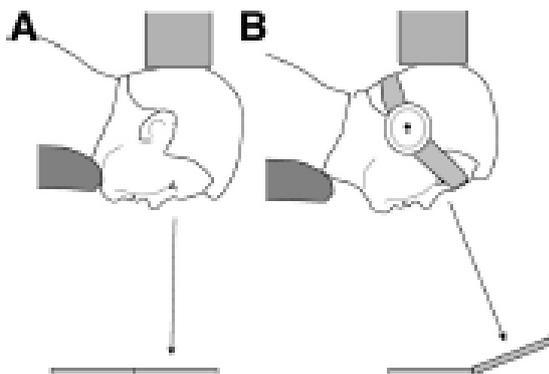


Fig. n. 4.1 Dinamometro utilizzato per eseguire il test di estensione cervicale CCN (A) e CCE (B) realizzati da Elliott et al.

4.2 Cervicalgia e impairment scapolare

Un gran numero di soggetti con cervicalgia ha un'alterazione della stabilità statica e dinamica della scapola.^{26 12 11}

I principali stabilizzatori della scapola (SA e trapezio) necessitano, oltre che di forza, anche di un preciso controllo neuromuscolare, che spesso incorre in discinesie.¹²

Tale disfunzione scapolare sarebbe dovuta ad un inadeguato pattern neuromuscolare di SA e trapezio che ne inficiano la stabilità, come anche ad un' inestensibilità di piccolo pettorale, elevatore scapolare e romboidi, i quali ne compromettono la mobilità.¹²

Nel complesso, queste alterazioni, concorrono nel compromettere l'equilibrio muscolare. (Mottram, 1997; Sahrman, 2002; Kibler and McMullen, 2003; Mottram et al., 2009; Comerford and Mottram, 2010).¹²

Il dolore al collo si è dimostrato inficiare questo equilibrio (Szeto et al., 2002, 2005b; Yip et al., 2008; Helgadottir et al., 2010, 2011), il quale associato all'alterata attività dei muscoli periscapolari potrebbe indurre sovraccarichi sul RC (Behrsin and Maguire, 1986; Janda, 1994; Jull et al., 2004) e influenzare la ricaduta sul dolore (Janda, 1994; Jull et al., 2004, 2008; Sahrman, 2011).¹²

Individui con CMNP e segni clinici di disfunzione scapolare hanno un' alterata strategia di controllo motorio durante la performance di task isometrici di spalla¹¹

In questa tipologia di pazienti si registrano grandi livelli di attività di LT sia durante il movimento di abduzione che per quello di rotazione esterna.¹¹

In modo analogo, pazienti con NP o WAD possono mostrare alterati pattern di attività scapolare come ritardo dell'onset o minor durata dell'attività muscolare a carico di SA durante elevazioni unilaterali del braccio (Fig. n. 4.2.1).¹²

L'alterazione di questo muscolo risulta essere comune sia per pazienti con disturbi cervicali che in coloro che soffrono di dolore alla spalla (Wadsworth e Bullock-Saxton, 1997) supportando l'ipotesi che un'alterata attività di AS possa corrispondere ad una risposta generalizzata al dolore (Kibler e McMullen, 2003).¹²

Il muscolo trapezio può essere influenzato in modo diverso o da più condizioni specifiche, rispetto al muscolo SA, che è più profondo.¹²

Un recente studio condotto da Strøm (2009) suggerisce che il dolore cronico al collo sia associato a vasodilatazione del muscolo UT e non a una maggiore attività muscolare dello stesso.¹⁷

Questo è supportato da Westgard (2001) che mostra un inalterato livello di attività muscolare a carico del UT durante una giornata di lavoro a bassa richiesta biomeccanica, nonostante l'alta prevalenza di cervicalgia e dolore alla spalla.¹²

In modo analogo, O'Leary¹¹ non osserva differenze in questa porzione muscolare durante task isometrici di spalla.

Tuttavia, l'UT, evidenzia fatica nel rilassarsi al termine del compito eseguito con gli arti superiori in pazienti con dolore al collo (Johnston et al., 2008).¹²

I pazienti con WAD rispetto a coloro che soffrono di cervicalgia ad esordio insidioso, tendono ad avere un pattern di attivazione più elevato e lungo durante l'attività degli arti superiori (Nederhand et al., 2002).¹²

Questa redistribuzione muscolare potrebbe essere funzionale nel breve termine per proteggere i soggetti da ulteriori traumi o esperienze nocive, tuttavia nel tempo garantisce conseguenze meccaniche avverse a carico dei tessuti dolorosi.¹¹

Non solo il dolore, ma anche un'inadeguata funzione di altri muscoli peri scapolari, concorre ad alterare il comportamento del trapezio al fine di orientare correttamente la scapola, durante compiti con gli arti superiori.¹¹

La disfunzione scapolare potrebbe indurre forze aberranti su collo e dorso sostenendo le disfunzioni meccaniche nell'area e potrebbe avere una ricaduta sintomatica contribuendo al mantenimento della stessa cervicalgia (Behrsin and Maguire, 1986; Jull et al., 2008).¹²

A compromettere il pattern scapolare incide anche la dominanza manuale in individui con CNP.²⁶

Lo studio di Yi-Fen Shih dimostra un differente movimento scapolare, in questa categoria di soggetti tra il lato dominante e il controlaterale durante l'elevazione bilaterale degli arti superiori sul piano scapolare (Fig. n. 4.3).²⁶

Comparando i due lati, sia nella fase di ascesa che quella di discesa del compito, la scapola del lato dominante manifesta un pattern compromesso su tutti i piani (posterior/anterior tilt and upward/downward rotation), rispetto all'altro lato non-dominante.²⁶

La dominanza manuale evidenzia dunque una rilevante associazione nella cinematica scapolare, mentre non sembra influire sull'attività EMG dei muscoli UT e SCM registrati.

²⁶

Infine, si fallisce anche nel dimostrare la relazione tra la localizzazione del NP e la discinesia di scapola.²⁶

Gli autori giustificano questi due fallimenti con la ridotta dimensione del campione che ha prodotto risultati insignificanti.²⁶

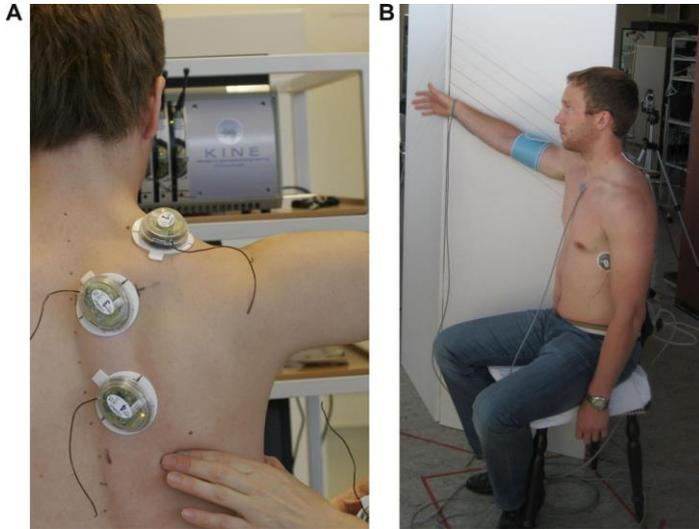


Fig. n. 4.2
Localizzazione degli elettrodi (A).
Setting del disegno sperimentale che riproduce
l'elevazione unilaterale con supporto (B).



Fig. n. 4.3
Setting del disegno sperimentale che
riproduce l'elevazione bilaterale con
applicazione di elettrodi e markers.

4.3 Efficienza neuronale

Il controllo della colonna cervicale è una competenza complessa e richiede una continua stabilizzazione del capo in uno spazio tridimensionale, oltre all'esecuzione di movimenti volontari, come seguire uno stimolo visivo coordinando occhio e testa (Schor 1988, Dutia 1991).¹³

I movimenti sono generati da più di 20 paia di muscoli che agiscono sulle vertebre cervicali e sul capo con il fine comune di generare una forza multidirezionale (Blouin 2007).¹³ I muscoli, tra cui gli estensori del collo, sono organizzati in quattro livelli (Stokes 2007).¹⁴

Il livello più profondo degli estensori cervicali è rappresentato da SCe e Mul (Blouin 2007, Rankin 2005, Stokes 2007) insieme ai muscoli profondi cranio-cervicali (rectus capitis posterior maggiore e minore e obliquus capitis inferiore e superiore).¹⁴

Nonostante questa ampia varietà di muscoli, alcuni possiedono assi di generazione di forza simili rendendo possibile l'utilizzo di diversi gruppi muscolari per svolgere lo stesso compito (Keshner 1989, Vasavada 2002).¹³

Il compito rischierebbe di essere distrutto dalla nocicezione, la quale ha un effetto diretto sull'output del neurone motore e sull'attività del SN simpatico.²¹

Queste reazioni al dolore alterano la modulazione dell'attività muscolare, ma combinazioni alternative sinergiche riorganizzano la strategia motoria.¹³

Questa nuova strategia è caratterizzata da una ridotta attività degli agonisti ed un incremento degli antagonisti (Graven-Nielsen 1997).²¹

Durante la loro attivazione, in particolare, nel reclutamento dell'eccitazione massima legata alla partecipazione ad un compito, ogni muscolo possiede una specifica direzione di movimento (Keshner 1989, 1992, 1997).¹³

La specificità elimina la ridondanza del sistema (Keshner 1989, Vasavada 2002, Blouin 2007).¹³

I soggetti che soffrono di cervicaglia mostrano una modulazione alterata della frequenza di scarica delle singole unità motorie del muscolo SCM.¹³

Le unità motorie evidenziano una prolungata attività anche durante il momento di riposo che avviene in seguito ad una contrazione.¹³

La prolungata attività, riflette la persistenza di corrente all'interno delle unità motorie, in una situazione in cui l'input ai motoneuroni dovrebbe essere nullo.¹³

L'input risulta al contrario eccitato, a causa dell'aumentata eccitabilità motoria dei neuroni, la quale produce a sua volta tassi di scarica delle unità motorie.¹³

L' aumentata attività del muscolo SCM nei pazienti con dolore al collo, avviene a prescindere dal compito da esaminare, ad esempio, durante la flessione cervicale (Falla 2004b), flessione cranio-cervicale (Jull 2004, Falla 2004d) e movimenti degli arti superiori (Falla 2004°, Johnston 2008).¹³

Tuttavia, risulta maggiore quando agisce da antagonista (Falla 2010, Lindstrøm 2011.) riflettendo la riorganizzazione delle strategie del controllo motorio.^{21,13}

Il controllo motorio subisce una modificazione per garantire stabilità.^{21,13}

Questo tentativo, è attuato dai soggetti, nonostante si riveli inefficace, per compensare la diminuita attività dei muscoli cervicali profondi ed evitare movimenti pericolosi.¹³

Nella normalità, in previsione di movimenti potenzialmente dolorosi, come una rapida flessione di spalla o perturbazioni posturali applicate al tronco (Danna-Dos-Santos 2007) avviene una pre-pianificazione muscolare da parte dei muscoli flessori profondi del collo (Falla 2004c).²¹

In presenza di dolore la pre-pianificazione arriva in ritardo.²¹

Il ritardato onset dei muscoli profondi viene vicariato dall'attivazione dei muscoli superficiali che tentano di fornire stabilità cervicale di protezione (Falla 2003).²¹

L'attivazione dei muscoli superficiali nel momento in cui agiscono da antagonisti, si traduce in coattivazione muscolare, dimostrata in presenza di dolore, a livello di SCM e SC.²¹ L'incremento della coattivazione è associato con una riduzione della forza cervicale, un livello di dolore maggiore ed una disabilità associata.²¹

I soggetti con cervicgia esibiscono anche una ridotta resistenza del collo (Ylinen 2004, O'Leary 2007) ed della forza prodotta durante brevi contrazioni eseguite a forza costante o attivazioni circolari eseguite a 30 N (Fig. n. 4.3.1).²¹

L'ampiezza EMG dei muscoli SCM e SC, riporta inoltre una ridotta selettività nella direzione dell'attività muscolare, in particolare all'aumentare del carico ed è stata associata con un aumento complessivo dell'attività in pazienti con dolore al collo.^{13,14, 21}

A supportare quanto detto fino ad ora il modello dell'adattamento al dolore sembra fallire.¹³

Tale modello prevede un effetto inibitorio del dolore sui motoneuroni durante l'attività dell'agonista e un effetto eccitatorio durante l'azione dell'antagonista (Lund 1991).²¹

A contraddire parzialmente la teoria è il rilevamento, durante l'analisi dei risultati dei pazienti, di una maggiore attività di SCM (durante le contrazioni) nonostante la presenza di una maggiore attività dell'antagonista.¹³

Inoltre, sia i pazienti di questo studio, non segnalando dolore nel muscolo SCM, e quelli sottoposti a dolore indotto, dimostranti una consistente riduzione dell'attività muscolare, negano il modello dell'adattamento al dolore (Falla 2007b).¹³

Il modello del circolo vizioso, sembra invece supportare meglio le evidenze, suggerendo un aumento dell'attività muscolare indipendentemente dalla direzione della forza e come conseguenza dell'attivazione delle afferenze muscolari III e IV (Travell 1942, Johansson e Sojka 1991).¹³

La ridotta modulazione nella frequenza di scarica delle singole unità motorie può essere dovuta ad un aumentato outflow simpatico-surrenale come conseguenza del dolore.¹³

Più in particolare, l'attivazione simpatica, deprime la sensibilità dei fusi muscolari alle variazioni di lunghezza del muscolo, soprattutto nei muscoli della mandibola e del collo (Hunt, 1960,1982, Matsuo 1995, Roatta 2002, Hellström 2005), che risulta in una compromissione della propriocezione, dell'efficienza e della precisione dei movimenti. L'aumento dell'attività neurale al muscolo SCM nel gruppo dei pazienti può quindi riflettere un tentativo di aumentare il senso cinestetico della contrazione muscolare in quanto l'attività può migliorare la sensibilità di rilevamento del movimento (Gandevia).¹³

A dimostrazione di quanto detto si è dimostrata un' incrementata attività di SCM e SC anche in volontari sani, in seguito ad attivazione simpatica fisiologica elicitata dal cold pressor test (Boudreau 2010).²¹

Anche la correlazione tra catastrofizzazione del dolore e forza cervicale non si rivela essere significativa, in pazienti con CWAD (Pearson 2009) rafforzando la teoria sopracitata.²¹

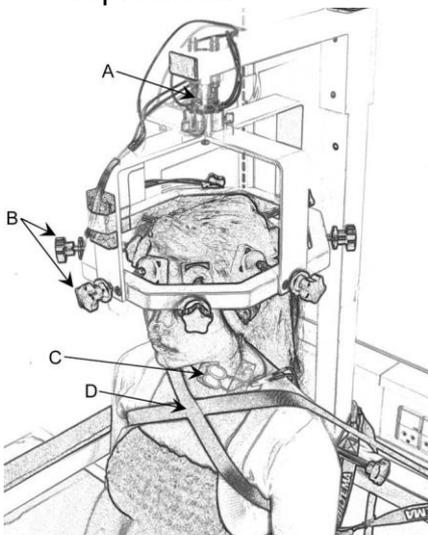


Fig. n. 4.3

Dispositivo per la misurazione della forza multidirezionale. Il dispositivo è dotato di trasduttori di forza (estensimetri) per misurare la forza sul piano sagittale e coronale (A). I partecipanti sono seduti con la testa fissata in un casco, sul quale sono presenti otto contatti fissati a loro volta attorno alla testa (B). Emg di superficie ed intramuscolare viene analizzata sul muscolo SCM bilateralmente (C). La schiena e il tronco dei soggetti sono saldamente ancorati alla parte posteriore del sedile (D).

4.4 Impairment muscolare correlato a task funzionali

La letteratura ha ampiamente dimostrato che i lavoratori al video terminale hanno un rischio maggiore di incorrere in disordini cervicali e di spalla. ¹⁸

Ogni compito occupazionale che richiede una postura mantenuta o movimenti ripetuti è associato ad un'alta prevalenza di questi disordini muscolo-scheletrici (Veiersted 1990, Ha"gg and Astrom 1997, Nordander 2000). ^{15, 16}

Sembrano dunque i continui ed elevati carichi statici sul lavoro o livelli molto bassi di attività muscolare a concorrere alla crisi energetica di muscoli e tendini e quindi al dolore. ¹⁷

Il lavoro d'ufficio e quello industriale associano i due meccanismi appena esposti, comportando la continua richiesta di un controllo motorio fine, ripetuto a bassi carichi (typing e mousing) e l'attività posturale dei muscoli cervicali. ¹⁸

Questo aspetto rende le due categorie di lavoratori quelle più a rischio per contrarre cervicaglia e dolore alla spalla (Tittiranonda 1999, Gerr 2004, Punnett e Bergqvist 1997), con un tasso di prevalenza che varia dal 38% (van den Heuvel 2006) al 63% (Sillanpaa 2003). ^{18,19}

I disagi riportati più frequentemente da questi individui sono la fatica e il dolore. ¹⁵

Alla base di questi sintomi si ipotizza il carico statico delle strutture prossimali (testa, collo e cingolo scapolare) durante lavori ripetitivi e associati ad iperattività delle fibre di tipo I (Hagg 1991). ¹⁸

Indagini approfondite sull'attività muscolare di questa categoria di soggetti sintomatici ne rilevano un incremento anche durante lunghi periodi di riposo o addirittura durante il sonno (Holte e Westgaard 2002 e Mork e Westgaard 2004) suggerendo un'abituale alterazione del pattern muscolare in individui con CNP. ¹⁶

Nello studio di Johnston, come in quello di Leonard, non si riscontrano differenze EMG in relazione al dolore durante l'attività lavorativa. ^{15,18}

Sembra dunque l'attività stessa a causare l'alterazione del pattern muscolare e lo dimostrano altri studi che indagano l'attività di typing e mousing. ¹⁹

Mentre si evidenzia maggior attività muscolare nel typing rispetto al mousing (Cooper e Straker 1998, Dennerlein e Johnson 2006) l'associazione dei due compiti è ulteriormente provocativa, specialmente in persone sintomatiche. ¹⁹

Chi lavora con dolore cervicale infatti, a parità di compito eseguito, fatica di più incrementando l'attività muscolare durante semplici task come la scrittura

(iperattivazione del UT) o rispondendo globalmente al compito (attivazione di UT controlaterale nel mousing).¹⁹

Non solo il lavoro d'ufficio, ma anche quello del settore alimentare, concorre all'esordio di dolore al collo e alle spalle, dimostrando un incremento EMG (trapezio, deltoide ed infraspinato), un ridotto movimento delle braccia (ampiezza) e un livello di forza minore (Madeleine 2003).¹⁸

Visser e van Dieen (2006) suggeriscono che disturbi omeostatici nei muscoli in seguito ad attività a basso carico potrebbero risultare in un accumulo di metaboliti, i quali stimolano i nocicettori che a loro volta alterano la propriocezione, modificando infine il controllo motorio.¹⁸

L'interruzione dell'omeostasi, a sua volta, causa il riflesso di guardia del muscolo.¹⁵

Pertanto l'attività muscolare riflessa e la sensibilizzazione del tessuto neurale si rivelano inscindibili dal CNP e dalla postura alterata di testa e collo, possibile concorrente nel mantenere alta l'attività muscolare del trapezio.¹⁵

Non solo il dolore, ma anche il disagio, può contribuire allo sviluppo di attività muscolare alterata e contribuire alla cronicità del disturbo.¹⁶

Tant'è che in lavoratori con alto livello di malessere, si registra un silenzio EMG solo quando il riposo viene effettuato con le mani sulle ginocchia e non lasciandole comodamente sulla tastiera che riscontra un'attività sovrapponibile a quella della digitazione stessa.¹⁶ Questo fenomeno ipotizza l'esistenza di meccanismi di pre-programmazione motoria, in anticipazione ad imminenti o reali richieste di lavoro portatrici di dolore.¹⁶

Non a causa del disagio, ma dell'asimmetria posturale (maggiore flessione laterale e rotazione sinistra) anche suonare il violino evidenzia un simile pattern di incremento muscolare (SCM e CE bilaterali e UT a sinistra) limitando il ROM di rotazione assiale (vedi Fig.n. 4.4.1 e 4.4.2)²³



Fig. n. 4.4.1
Visione posteriore di un suonatore di violino

Fig. n. 4.4.2
Misura della rotazione assiale cervicale

In tutti questi studi ^{15,16,19,23} la muscolatura superficiale, in particolare l'UT, è notevolmente soggetta a squilibri e contribuisce ad alimentare il circolo vizioso.

Ciò nonostante, in uno studio di Johnston ¹⁸, mentre i muscoli indagati mostrano un'attività incrementata specialmente durante la prova di Typing con stress superimposto, quella del UT non riscontra differenze degne di nota tra il gruppo di coloro che lavorano ed il gruppo di controllo.¹⁸ Tuttavia, la disfunzione di UT, si rivela nella sua incapacità a rilassarsi e nell'ampia differenza EMG registrata tra i due lati (maggiore in quello dominante) ^{18,16}.

A causa della sua collocazione anatomica, l'UT (occipite e legamento nucale - terzo laterale del margine posteriore della clavicola) in seguito a contrazione sostenuta ed eccessiva, può aumentare i carichi di compressione sul RC, aumentando la pressione sulle faccette articolari e sul disco, innescando dolore. ²³

Questo fenomeno si ripropone nel momento in cui la muscolatura superficiale agisce in sostituzione di quella profonda, diventando ulteriormente irritante in situazioni di stress lavorative (in individui con e senza cervicalgia).²³

Questa dichiarazione è dimostrata dall'aumento del battito cardiaco e dell'attività muscolare degli stessi lavoratori incitati a lavorare con più velocità e accuratezza. ¹⁸

Mentre in assenza di sintomi, la performance viene mantenuta integra, senza alterare la produttività (misurata in numero di parole scritte al minuto), in individui con un moderato livello di dolore, gli errori risultano più frequenti, riducendo la velocità durante il lavoro al computer (Harman e Ruyak 2005, Hagberg 2002).¹⁸

L'inefficienza muscolare e la ripetizione di continui microtraumi sulle strutture cervicali, potrebbe indurre una riduzione del ROM del collo e un'alterazione del flusso sanguigno, che risulta associato positivamente al dolore nel lato attivo del gruppo sintomatico. ¹⁷

Le donne sembrano avere una risposta al dolore maggiore rispetto agli uomini e ai soggetti asintomatici, coerentemente alla maggior vulnerabilità del sesso femminile di sviluppare il fenomeno della sommazione temporale. ¹⁷

Ciò non si dimostra nello studio di Strøm, probabilmente a causa di una mancata correlazione tra il dolore e l'attività muscolare, considerando che nei partecipanti allo studio (caso e controllo) si mostra la stessa risposta algica in entrambi i lati (attivo e passivo) della spalla e del collo durante il compito.¹⁷

Per concludere, sembra il lavoro stesso ad indurre vasodilatazione del UT nel lato attivo ed un mancato ritorno ai valori di riposo durante il recupero, innescando e perpetuando dolore a collo e spalle in situazioni di CNP.¹⁷

Considerando che il dolore non riscontra la stessa relazione con l'attività muscolare, l'interazione tra i vasi sanguigni e i nocicettori può essere importante per la gestione delle persone con dolore cronico.¹⁷

4.5 Coordinazione oculo-motoria e alterazioni posturali

La coordinazione oculomotoria e la risposta posturale necessitano della relazione tra i movimenti oculari e quelli del capo.²⁰

Strettamente necessari per questa competenza sono i riflessi cervico-oculari (COR) per mantenere la direzione dello sguardo durante la rotazione del tronco con la testa stabile (Kelders 2005, Montfoort 2006) e quelli vestibolo-oculari (VOR) per permettere la stabilità oculare durante la rotazione del collo.²⁰

Il contributo dato dal movimento di collo e capo allo spostamento dello sguardo incrementa all'aumentare di quest'ultimo (Hadjidimitrakis et al. 2007).²⁰

Così come la rotazione degli occhi induce un aumento di attività del SC (ruotando la testa nella stessa direzione), lo spostamento orizzontale dello sguardo incrementa l'EMG del SCM nel momento in cui gli occhi sono ruotati nella stessa direzione del movimento.²⁰

Al contrario una rotazione oculare opposta a quella del capo induce un decremento EMG del SCM (Bexander 2005).²⁰

Studi più approfonditi sul WAD, hanno dimostrato l'insorgenza di disturbi dell'equilibrio e del movimento in seguito a manifestazioni cliniche come NP e cefalea (Levander e Gerdle 1998, Taylor e Finch 1993) e di sequele invalidanti quali difficoltà a leggere, mancata coordinazione oculare (Gimse 1996, Hildingsson 1989) e vertigini (Treleaven 2003, Tjell e Rosenhall 1998).²⁰

La compromissione dei meccanismi propriocettivi del collo e del sistema vestibolare potrebbero indurre uno squilibrio dei comandi centrali posturali, promotori dei deficit motori conseguenti al WAD.²⁷

Côté, facendo luce sull'argomento indaga l'abilità nel mantenere la postura seduta eretta perturbata da un'oscillazione e analizzando la cinematica del corpo e l'EMG bilaterale muscolare (SCA, SCM, CP, UT, TES, LES, RA, EO) dimostra un significativo ritardo dell'onset di SCM e flessori (SCA, EO) dello spostamento combinato di testa-braccia-tronco e del centro di massa (in WAD).²⁷ Questa categoria di individui, rivela una ridotta capacità nel distribuire in modo omogeneo la risposta all'impulso lungo la colonna vertebrale, accusando il trauma non solo al collo, ma anche al tronco.²⁷ Il disagio potrebbe rappresentare una minaccia posturale, considerando che la maggior contrazione muscolare avviene in seguito a perturbazione anteriore (sovrapponibile al meccanismo dell'incidente) rispetto a quella diretta all'indietro.²⁷

Tuttavia anche durante normali compiti di equilibrio, i pazienti con WAD, manifestano una maggiore attività muscolare ed un incremento delle oscillazioni posturali (vedi Fig. n. 4.5.1), specialmente in condizioni in cui l'illuminazione o la presenza di supporti è limitata.²²

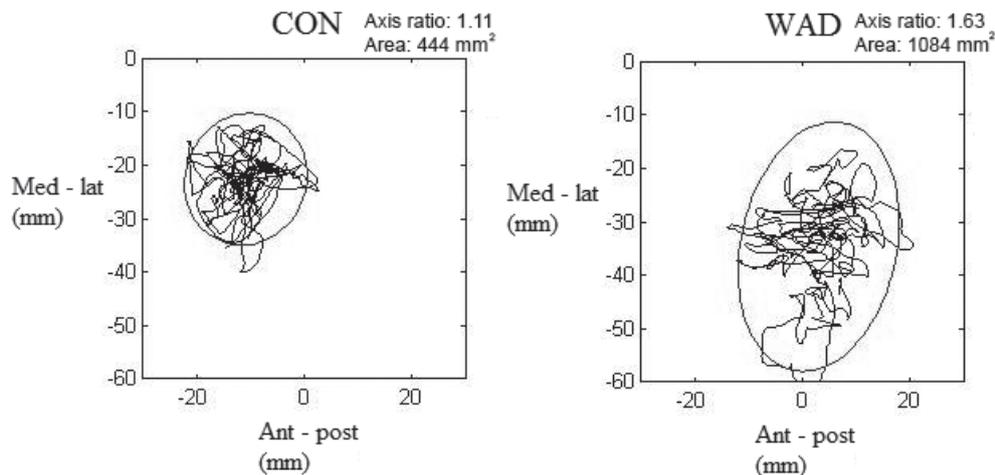


Fig n. 4.5.1
 Un esempio di area di oscillazione posturale calcolata su soggetti sani (CON) e con WAD. Il 95% dell'area ellittica di confidenza (attorno alle traiettorie). Ant-post: anterior-posterior direction; Med-Lat: medio-lateral direction.

Questi risultati indicano un pattern di feedback sensoriale disturbato, supportati da quelli di Juul-Kristensen che dimostra difficoltà nell'equilibrio di questi soggetti (sia con che senza visione) e durante le ADL che richiedono questa competenza (camminare al buio, fare le scale, etc).²²

Questo fenomeno potrebbe non dipendere solo dal trauma, ma essere generalizzato alla presenza di dolore, se si considera che l'aumento dell'irregolarità dell'area si evidenzia anche in soggetti con CNP.

Si deduce che l'aumento dell'attività muscolare possa essere una strategia protettiva del RC.²⁰

In soggetti con WAD, infatti si registra l'attività di SC (rotatore cervicale superficiale) non solo in uno, ma in entrambi i sensi di rotazione, in contrasto con la tendenza dei muscoli profondi (OI e Mul) che nonostante il loro potenziale benefico sul RC si rivelano dipendenti dalla direzione del movimento (Anderson 2005, Boyd-Clark 2002, Cheng 2011, Azar 2009, Hannecke 2001).²⁰

Inoltre non solo l'OI incrementa la sua attività durante la rotazione degli occhi a 45° unicamente verso la rotazione del capo a destra, ma si rivela anche difficoltà nel mantenere il focus visivo durante la rotazione stessa.²⁰

Confrontando il comportamento del gruppo di controllo, l'EMG di OI è la medesima in entrambe le direzioni, garantendo la necessaria stabilità al segmento C1-C2, indicando

un pattern di co-contrazione e smascherando il ridotto controllo segmentale in soggetti con WAD.²⁰

Ulteriori esperimenti sul WAD, escludendo l'imput visivo durante il movimento del capo, registrano l'attività in entrambi i sensi di rotazione del SC (muscolo superficiale), in contrasto con individui sani che limitano l'azione di questo muscolo solo verso la rotazione destra.

Tali risultati denunciano il possibile tentativo di aumentare l'imput propriocettivo del collo in soggetti con WAD e rendono giustificabile pensare che questa categoria di individui necessiti più di altri della dipendenza visiva (Taylor e McCloskey 1992).²⁰

Curioso ed inspiegabile si rivela invece il minor reclutamento di SC e SCM ad "occhi chiusi" rispetto ad "occhi a 45° verso", riscontrato nei soggetti WAD rispetto a quelli sani.

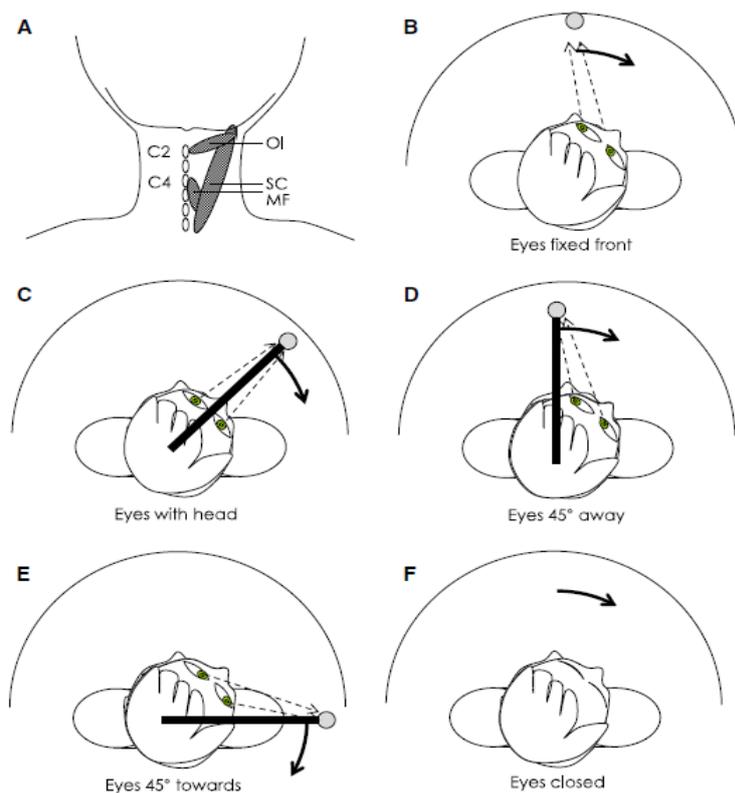


Fig. n. 4.5

A) POSIZIONAMENTO DEGLI ELETTRODI a carico dei muscoli profondi (OI, Mul, SC) rispettivamente a livello di C2 per il primo e C4 per gli altri due.

CONDIZIONE SPERIMENTALE:

B) OCCHI FISSI FRONTALMENTE: occhi fissi frontalmente, focalizzati su di un marker posizionato sulla linea mediana. In questo compito, i movimenti intra orbitali oculari sono opposti alla direzione di rotazione del collo.

C) OCCHI CON CAPO: occhi fissi su di un marker localizzato su di un'asticella, tale per cui gli occhi mantengono una posizione intra-orbitale costante.

D) OCCHI A 45° VERSO: occhi fissi su di un marker localizzato su di un'asticella, tale per cui gli occhi mantengono una posizione intra orbitale costante ad un angolo di 45° opposto alla direzione della rotazione.

E) OCCHI A 45°: occhi fissi a 45° verso la direzione di rotazione.

F) OCCHI CHIUSI: nessuna istruzione di posizionamento oculare.

4.6 Proprietà muscolari

In letteratura è ampiamente dimostrato che in seguito a colpo di frusta si possono lesionare molti tessuti, che se associati ad una grande risposta infiammatoria, concorrono a cambiamenti morfologici muscolari (atrofia, apoptosi, ecc.).²⁸

Ciò nonostante, anche in caso di cervicalgia atraumatica si riscontrano altrettanti cambiamenti, seppur di diversa natura.²⁸

La recente letteratura fa luce sul concetto del CSA: mentre in passato solo una sua riduzione veniva considerata come sinonimo di atrofia ed impairment, in alcuni casi anche il suo incremento si rivela denunciare miopatia cronica, riscontrando una maggiore quantità di grasso intramuscolare.²⁸

Quando tali cambiamenti intaccano la muscolatura profonda (indagata tramite RMN e Ecografia) si inficia la capacità di sostenere fisicamente il RC.^{28,29,30,31,33,35,36}

Nello studio di Elliot, eseguito su individui con CWAD, si dimostra un incremento di MFI e CSA a carico della muscolatura cervicale (a livello di C0-C1, C2-C3, C5-C6) con un incremento delle fibre di tipo II a discapito di quelle del primo tipo.²⁸

Questo fenomeno interessa maggiormente la muscolatura profonda (Lca, Lco) rispetto a quella superficiale (SCM), prediligendo quella estensoria a quella flessoria.²⁸

A giustificare questa tendenza è la diversa distribuzione del tipo di fibre: mentre gli estensori hanno una prevalenza di fibre di tipo I, i flessori riportano un'uguale suddivisione dei due tipi (I e II).²⁸

Mentre l'incremento del MFI si rivela proporzionale alla durata dei sintomi, il CSA dei muscoli della colonna tende ad incrementare fino alla quinta decade di età indipendentemente dal tempo intercorso dal trauma e senza essere influenzato dai sintomi clinici (dolore a collo e spalla).²⁹

Coerentemente confrontando al follow-up (10 anni) le due categorie di individui (con e senza WAD) il CSA di Mul, SCe, e SECM non presenta differenze degne di nota tra i due gruppi.²⁹

Questo risultato rende impossibile il rapporto tra la variazione di CSA e MFI a lungo termine (dimostrato da Elliot), in quanto Matsumoto non indaga l'infiltrazione di grasso.^{28,29}

Nonostante Ulbrich³¹ ignori come Matsumoto²⁹ la misura del MFI, nega l'alterazione del CSA in WAD (dopo 6 mesi dal trauma) ed esclude ogni correlazione tra questo e gli

outcome clinici indagati (stato di salute, Whiplash Disability Score, Neck Pain Intensity, ROM).³¹

Inoltre il sesso femminile riporta una significativa riduzione dei volumi muscolari, predisponendo le donne a soffrire di lesioni da WAD.^{29,31}

Mentre Elliot riscontra incremento del CSA a carico della muscolatura profonda (in WAD) uno studio statunitense (Kristjansson 2004) registra la tendenza opposta.³³

Tali discrepanze possono essere giustificate dal diverso strumento di indagine reclutato, denunciando abilità diverse di ecografia e RMN a indagare le infiltrazioni di grasso nel tessuto muscolare e ipotizzando una diversa risposta al trauma da parte dei muscoli cervicali, in termini di tempistica e tipo di alterazione fisica.³¹

Tre studi ecografici, valutando Mul³⁰, Lco³³ e SECM³⁵ (in CNP) confermano una netta riduzione del CSA rispetto ai controlli ed un maggior rapporto di forma muscolare (più ovoidale nel piano orizzontale), interpretando i risultati come una possibile atrofia dei muscoli indagati (vedi Fig. n. 4.6.1).^{30, 33, 35}

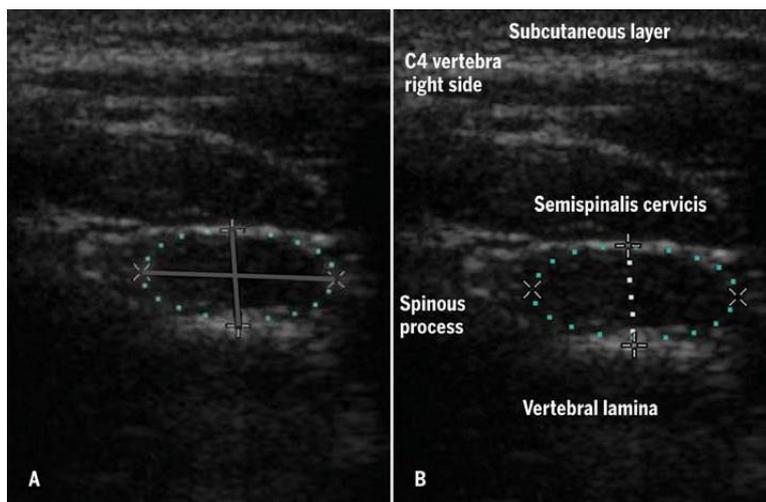


Fig. n. 4.6.1
Ecografia cervicale del CSA di Mul a livello di C4 con marker (A) e senza marker (B).

Due di questi studi^{33,35} reputano più sensibile la dimensione antero-posteriore nell'indagare le alterazioni muscolari (rispetto a quella latero-laterale), rilevandone una riduzione della stessa all'aumentare della cervicalgia.

Così come la riduzione del CSA del Lco sembra corrispondere ad un aumento della disabilità autoriportata, la distribuzione unilaterale del dolore pare in rapporto all'asimmetria lombare del Mul.³³

Di conseguenza, in presenza di sintomi bilaterali, le alterazioni di Lco, SECM e Mul, risultano simmetriche e su entrambi i lati.^{30,33,35}

In seguito a possibile disuso muscolare, CSA e APD potrebbero ridursi, perpetuando la cervicalgia, che se associata a chinesiofobia porta ad un mal adattamento arrecando ulteriore disabilità.^{30,33,35, 36}

A supporto di questa ipotesi, Rezasoltani conferma la correlazione tra forza degli estensori e dimensione del SECM e tra relativa debolezza degli estensori e flessori.³⁶

Considerando il fatto che in studi come quello di Elliot,³³ individui con IONP non riscontrino MFI e successivo incremento del CSA, si ritiene plausibile considerare questa tendenza diretta ai flessori ed estensori profondi, come caratteristica WAD.

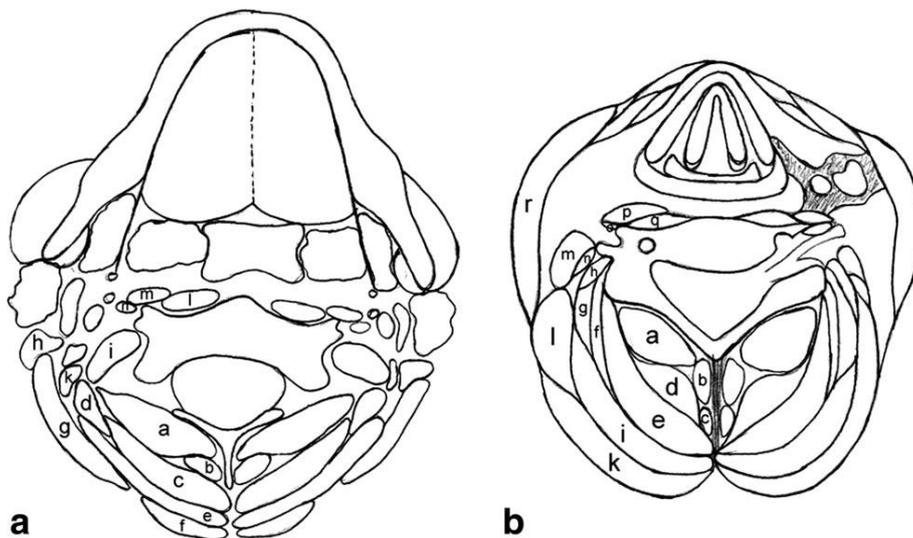


Fig. n. 4.6.1 Disegno degli assi anatomici a livello di C2 e C5 che illustrano i muscoli cervicali dorsali.

a: C2 level: (a) inferior oblique, (b) rectus capitis posterior major, (c) semispinalis capitis, (d) longissimus capitis, (e) splenius, (f) trapezius, (g) sternocleidomastoid, (h) digastricus, (i) scalenus medius, (k) scalenus posterior, (l) longus colli, (m) longus capitis, (n) scalenus anterior.

b: C5 level: (a) multifidus, (b) interspinalis, (c) spinalis, (d) semispinalis cervicis, (e) semispinalis capitis, (f) longissimus capitis, (g) longissimus cervicis, (h) iliocostalis cervicis, (i) splenius, (k) trapezius, (l) levator scapulae, (m) scalenus posterior, (n) scalenus medius, (o) scalenus anterior, (p) longus capitis, (q) longus colli, (r) sternocleidomastoideus.

4.7 Altri aspetti

La patogenesi della mialgia cronica coinvolge una molteplicità di aspetti, complici nell'accumulare metaboliti e stimolare afferenze nocicettive, tra cui il sovraccarico delle unità motorie a bassa soglia, l'alterazione della circolazione sanguigna e la disfunzione del controllo motorio.³⁸

Ad alterare il microcircolo potrebbe influire un aberrante sistema nervoso autonomo (ANS) (Maekawa 2002; Passatore e Roatta 2006) il quale si riflette nella variabilità del battito cardiaco (HRV) e nella pressione sanguigna (BP).³⁸

Lo stimolo nocicettivo e l'eventuale presenza di stress mentale (nel dolore muscolare cronico) innesca l'attività del simpatico, il quale altera la regolazione del flusso sanguigno nei muscoli affetti e ne suscita l'attività (Larsson et al. 1995; Lundberg 2002).³⁸

Hallman, in soggetti con CNSP, mentre dimostra una ridotta frequenza-HRV durante il riposo, ne rileva un aumento nell'esecuzione di un test di contrazione statica (static hand grip test: HGT).³⁸

In seguito a questo test si rivela un'inferiore risposta BP, che in associazione alla minore capacità di contrazione volontaria massimale in CNSP, induce una riduzione della circolazione sanguigna.³⁸

Hallman riscontra alterazioni a livello locale del UT, in termini di ridotto flusso sanguigno ed aumentata EMG, non solo in seguito a HGT, ma anche durante un test di stimolazione dolorosa, che consiste nell'immersione della mano in una bacinella d'acqua a 3°C per 3 min.(CPT).³⁸

Tuttavia solo l'HGT, tra tutti i test effettuati, si rivela utile nel rilevare differenze a livello sistemico.³⁸

Gli individui stessi mostrano uno score inferiore relativo allo stato di salute generale, ma anche una maggior frequenza di sintomi clinici, quali vertigini e sudorazione.³⁸

Lo studio di Hallman, raccomanda l'HGT come potenziale test per identificare un aberrante ANS in persone affette da CNSP e ipotizza una possibile riduzione della frequenza cardiaca all'aumentare del dolore.³⁸

Il controllo neurale del flusso sanguigno muscolare coinvolge il Sistema Nervoso Simpatico e l'interazione somatomotoria (Thomas and Segal 2004).³⁸

Elevata attività simpatica o ridotta sensibilità a carico dei recettori β -adrenergici, potrebbero risultare in un'alterazione del flusso sanguigno a causa dello squilibrio tra

vasocostrizione e vasodilatazione nel muscolo affetto (Maekawa 2002; Passatore e Roatta 2003).³⁸

In caso di dolore al collo e alla spalla, l'MBF risulta essere particolarmente inficiato durante contrazioni affaticanti (Larsson et al. 1994, 1999), contrariamente a quanto si registra durante il lavoro a bassa intensità (Rosendal et al. 2004; Strøm et al. 2009).^{17, 38}

Filho, per valutare indirettamente l'integrità del ANS e la dinamica circolatoria, propone di indagare la temperatura cutanea, sulla base di precedenti studi che ne enfatizzano l'importanza in caso di dolore miofasciale (vedi Fig. n. 4.7.1 e 4.7.2).³⁴



Fig. n. 4.7.1
Posizioni dei marker nelle
inserzioni dell'UT.

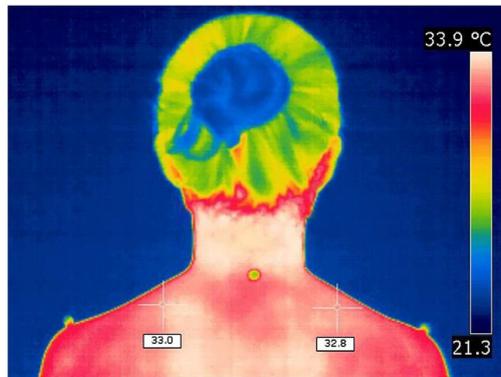


Fig. n. 4.7.2
Punctual analysis del
centro del muscolo UT.

Nonostante si fosse ipotizzato una riduzione della circolazione locale, in seguito ad iperattività muscolare in condizione di dolore cronico, Filho non riscontra differenze significative tra i due gruppi (con e senza NP) circa il livello di temperatura del UT bilateralmente.³⁴

Questo potrebbe far supporre un'equivalenza nella dinamica circolatoria locale, negando una riduzione dell'apporto sanguigno al muscolo valutato in donne con NP.³⁴

Tuttavia a giustificare i risultati ottenuti potrebbe essere la media disabilità dei partecipanti.³⁴

Lo studio di Elliott³⁷, applicato su individui con CWAD, dimostra a sua volta cambiamenti biochimici del midollo in associazione ad alterata diffusione di acqua nel multifido cervicale suggerendo un coinvolgimento del midollo spinale con conseguente atrofia da denervazione.³⁷

N-acetylaspartate (NAA) è un marker per l'integrità neurale e la riduzione di NAA/creatine (Cr) riscontrata alla Risonanza magnetica Spettroscopica (MRS) è associata al danno assonale in vari disordini (vedi Fig. n. 4.7.3).³⁷

Una simile riduzione del rapporto NAA/Cr così come in pazienti con CWAD è osservata anche in individui con mielopatia cervicale.³⁷

Questo suggerisce una perdita neurale nel midollo indicativa di un'iniziale lesione (di medio livello) o alterazione persistente dell' input afferente in seguito a lesioni periferiche.³⁷

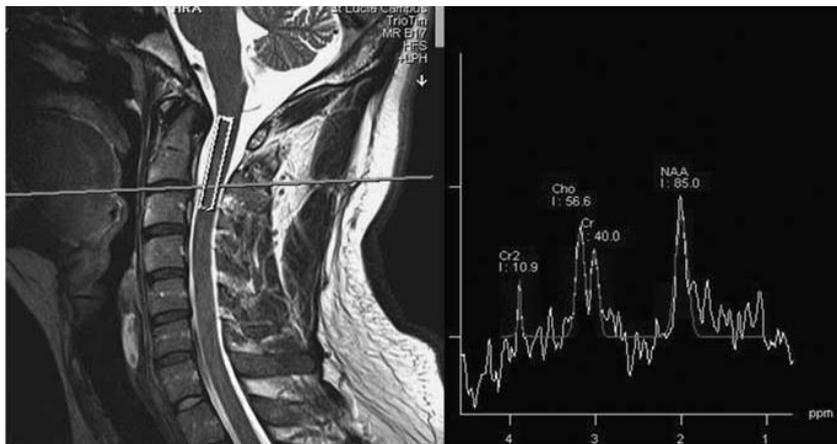


Fig. n. 4.7.3
MRS del midollo
cervicale in soggetti
CWAD con i relativi
picchi di NAA, Cho e
Cr.

5. CONCLUSIONI

La letteratura risulta essere molto eterogenea nell'ambito della cervicalgia e degli impairments secondari ad essa correlata (funzionali e strutturali).

Questo preclude la possibilità di confrontare in modo sistematico i diversi risultati ottenuti.

Si indagano popolazioni di individui che presentano diverso grado di disabilità, durante task di diversa tipologia e durata.

Inoltre il metodo per includere i pazienti negli studi è eterogeneo e ricorre a scale non sempre sovrapponibili.

D'altro canto c'è un certo accordo sulle conseguenze più frequenti in seguito a cervicalgia.

Alcune si integrano ai risultati ottenuti da Falla fino all'ultima revisione del 2008, altri si discostano, lasciando spazio a nuovi interrogativi e futuri studi.

5.1 Conferme con i risultati dell'ultima revisione (2008)

Da un punto di vista teorico, si confermano i risultati dimostrati da Falla, inerenti alle alterazioni della muscolatura profonda, in particolare: l'inibizione durante il CCFT e la relazione di questo aspetto con l'intensità del dolore, il loro ritardato onset durante i movimenti degli arti superiori e il CCFT, il loro reclutamento direzione specifico (Mul e OI) e la tendenza degli stessi a incorrere maggiormente in MFI rispetto alla muscolatura superficiale.

D'altro canto circa i muscoli superficiali, così come prima del 2008, anche nei nuovi studi, si conferma una loro iperattivazione durante il CCFT in CNP, in particolare quando il muscolo stesso agisce da antagonista e durante perturbazioni esterne (SCM); parallelamente si riafferma la loro difficoltà nel rilassarsi in seguito a task (UT, AS) e il loro reclutamento, nel gruppo caso, indipendentemente dalla direzione della forza.

Infine si trova assenso anche riguardo alla relazione tra la disabilità e l'attività e si fa luce sull'alterazione del SNS in soggetti con CNP sia a livello locale che sistemico.

5.2 Nuove scoperte

Tuttavia dal 2008 ad oggi, la letteratura ha approfondito alcuni di questi concetti, scoprendo nuovi aspetti interessanti come la riduzione del range di rotazione in CNP ed il comportamento degli estensori cervicali in questa categoria di individui, testati attraverso il CCN e risultanti deficitari nel rachide cervicale inferiore (SECM, SC) in seguito a questo.

Se ne evince un aumento dell'attività durante task di coordinazione, taping e mousing (in lavoratori d'ufficio e al video terminale) ed una difficoltà a rilassarli al termine del task.

Gli stessi estensori si iperattivano durante il mantenimento di una postura asimmetrica (come suonare il violino) svelando una persistente attività anche durante la flessione completa (mancato FRP) in CNP, a differenza del gruppo di controllo e discostandosi in questo dal UT che rimane in attività anche nei CON.

Altra novità riguarda l'attivazione bilaterale del SC durante le rotazioni cervicali e l'effetto della direzione dello sguardo, principalmente in WAD, dimostrando, così come Falla accennava, un'alterazione a carico del controllo oculo-motore in soggetti con cervicalgia.

Parallelamente nella stessa categoria di individui, durante compiti di equilibrio ad occhi chiusi ed in monopodica, CEs, AS SCM e UT risultano iperattivi. Inoltre si dimostrano la relazione tra il livello di dolore e la disabilità con la riduzione del ROM cervicale e tra il disagio percepito e l'attivazione muscolare, concorrente al mancato silenzio EMG durante il riposo, effettuato da questi soggetti, con le mani sulla tastiera (postura correlata al disagio della digitazione).

Ulteriore importante relazione è quella che lega il dolore e la vasodilatazione del UT (che non ritorna ai valori normali nemmeno nel momento del recupero) sebbene non influenzi l'attività muscolare.

L'attività viene approfondita da ulteriori studi, specificatamente all'analisi dei lavoratori al video terminale, che dimostrando un incremento del battito cardiaco, della tensione percepita e del dolore, rivelano un incremento EMG (di estensori, AS, SCM, AS) segnalando l'attività d'ufficio come attività altamente rischiosa nell'esordio di cervicalgia. Inoltre i lavoratori già affetti da questo disturbo rivelano un'alterazione della performance, riducendo l'accuratezza e commettendo più errori.

Non solo sul lavoro ma anche in risposta alle oscillazioni si dimostrano impairments, rivelando differenti tipologie di reazione (maggiore soglia stretch reflex, e/o risposta finalizzata di evitamento o entrambe) oltre ad un'attività muscolare direzione specifica e al

ritardo dell'onset di spostamento. Tuttavia per lasciare indenne la performance, i pazienti attuano il fenomeno della coattivazione, la quale per alcuni lati mostra risvolti negativi, associandosi a ridotta resistenza e livelli di dolore e disabilità. Tali alterazioni si evincono anche in seguito all'analisi inerente al tema della discinesia di scapola in soggetti con cervicalgia rivelando un'alterata attività di LT (incrementato) ed SA (ridotto e ritardato) e dimostrando l'importanza assunta dalla dominanza manuale circa la cinematica scapolare, sebbene non si dimostrino ancora evidenze tra questa e l'attività, così come tra la localizzazione del dolore, l'attività e la cinematica.

Ampiamente indagato è anche l'ambito delle proprietà muscolari in cui si dimostra un incremento a carico di MFI (Lco, Lca, SCM) specialmente in WAD. Nonostante l'MFI si riveli inversamente proporzionale ad età, dolore, disabilità e BMI, si evince una sua correlazione diretta con la durata dei sintomi.

Tuttavia in soggetti con WAD si nega un'alterazione dei valori di CSA anche in follow-up a 6 mesi e 10 anni dall'evento traumatico, sebbene si evinca un accrescimento fisiologico di questo aspetto fino alla quinta decade di età per poi ridursi in seguito, suggerendo attenzione circa gli aspetti anagrafici dei partecipanti nell'analisi degli studi.

Al contrario in chi soffre di CNP, il CSA di Mul e Lco si riduce nel tempo per possibile atrofia da disuso (negando un'associazione con la disabilità) così come l'APD (che risulta negativamente correlato all'intensità del dolore) ed il rapporto di forma (in SECM). In particolare si evidenzia una relazione tra il lato sintomatico e la riduzione stessa del CSA, associata con un minor livello di forza muscolare (SECM).

Per indagare ulteriori aspetti correlati alla cervicalgia, si è indagato la temperatura cutanea pur fallendo nel dimostrare una riduzione di questo aspetto (UT in NP), mentre gli studi analizzanti i cambiamenti biochimici midollari, evincono differenze in questa categoria di pazienti, rilevando anche un'alterata diffusione di acqua nel multifido cervicale e suggerendo un coinvolgimento del midollo spinale con conseguente atrofia da denervazione.

5.3 Indicazioni per la pratica clinica

Quanto detto suggerisce importanti dettagli dal punto di vista pratico, proponendo nuovi aspetti nella valutazione dei soggetti con cervicalgia e nel loro trattamento.

Di grande importanza si sottolinea:

- L'utilità di esercizi rivolti alla muscolatura profonda nei pazienti con CNP.
- Considerare come fattore di rischio nell'esordio della cervicalgia il lavoro al video terminale e l'attività di scrittura prolungata, suggerendo pause o brevi intervalli in persone afflitte dal dolore evitando durante le stesse di mantenere le mani sulla tastiera.
- Stimare il contributo dei muscoli peri scapolari nella valutazione dei pazienti con CMNP, considerando l'alterata attività di SA e trapezio in questa categoria di soggetti (complice nel causare un incremento del carico sul rachide cervicale e dorsale) e il ruolo della dominanza manuale nella cinematica scapolare.
- Coinvolgere nel trattamento di soggetti con WAD la valutazione riguardo la risposta posturale e la rieducazione volta ad aumentare l'interazione tra gli occhi e l'attività muscolare, contrastando la risposta globale e ricercandone una più selettiva.

5.4 Indicazioni per la ricerca.

Da un punto di vista teorico, si lasciano aperte molteplici strade da percorrere volte a colmare le lacune sin ora presenti nel panorama internazionale attraverso l'approfondimento di tali concetti su pazienti affetti da disordini muscoloscheletrici servendosi di studi di alta qualità metodologica.

Per le raccomandazioni future si suggerisce:

- Valutare altri muscoli cervicali e scapolari in NP, tra cui l'elevatore della scapola e i romboidi (non limitandosi a registrase SA e trapezio) servendosi di appositi elettrodi, al fine di aumentare la conoscenza sul contributo di ognuno.
- Fare chiarezza sul comportamento del SECM, effettuando la sua misurazione a più livelli e reclutando un campione più ampio.
- Si richiede l'analisi della validità inter esaminatore nel misurare il multifido nel RC e l'approfondimento dell'ambiente biochimico e strutturale dei muscoli cervicali in WAD.
- Indagare il ruolo dei muscoli scapolari nel mantenimento delle braccia lungo il corpo e durante la loro elevazione.

- Effettuare nuovi studi che reclutino partecipanti “lavoratori” al fine di ultimare future ricerche e approfondire i disordini-professione-correlati, indagando le evidenze causa effetto tra dolore e lavoro.
- Confermare attraverso studi osservazionali a lungo termine la relazione tra discomfort e scarsa ergonomia nella postura assunta sul posto di lavoro.
- Fare chiarezza circa la relazione che lega l’insorgenza del dolore e il flusso sanguigno, dimostrando che un alterata circolazione del trapezio possa concorrere all’esordio di cervicalgia e dolore di spalla.
- Ricercare ulteriori approfondimenti riguardo al fenomeno del FRP e al suo relativo trattamento, al fine di perfezionare la gestione dei soggetti con CNP.
- Aumentare il potere statistico, attraverso campioni più ampi, nel chiarire l’alterazione dei CE (durante CCE e CCN).
- Effettuare studi che recluti pazienti con uno score NDI alto, facendo chiarezza tra il gruppo caso e controllo.
- Proporre studi che includano pazienti con vari livelli di dolore e disabilità, sia nella fase acuta che in quella cronica, per approfondire le differenze tra queste categorie di individui.
- Proporre ulteriori studi che paragonino l’EMG dei muscoli profondi in violinisti con e senza NP.
- Fare chiarezza sulle caratteristiche inerenti al contenuto miocellulare (intra ed extra) e confermare o meno la presenza di differenze tra soggetti con e senza disordini spinali.
- Dimostrare la misura della temperatura cutanea come outcome clinico e la sua associazione con il livello di disabilità.

6. BIBLIOGRAFIA

1. Falla D, Farina D . **Neuromuscular adaptation in experimental and clinical neck pain.** J Electromyogr Kinesiol. 2008 Apr;18(2):255-61. Epub 2006 Dec 29.
2. Nygren A, Berglund A, von Koch M. **Neck-and-shoulder pain, an increasing problem. Strategies for using insurance material to follow trends.** Scand J Rehabil Med Suppl. 1995;32:107-12.
3. Falla D. **Unravelling the complexity of muscle impairment in chronic neck pain.** Man Ther. 2004 Aug;9(3):125-33.
4. Côté JN, Patenaude I, St-Onge N, Fung J. **Whiplash-associated disorders affect postural reactions to antero-posterior support surface translations during sitting.** Gait Posture. 2009 Jun;29(4):603-11. doi: 10.1016/j.gaitpost.2008.12.014. Epub 2009 Feb 7.
5. Falla D, Farina D. **Neural and muscular factors associated with motor impairment in neck pain.** Curr Rheumatol Rep. 2007 Dec;9(6):497-502.
6. O'Leary S, Falla D, Elliott JM, Jull G. **Muscle dysfunction in cervical spine pain: implications for assessment and management.** J Orthop Sports Phys Ther. 2009 May;39(5):324-33. doi: 10.2519/jospt.2009.2872.
7. Deborah Falla, PhD,*w z Shaun O'Leary, PhD,y Dario Farina, PhD,*w and Gwendolen Jull, PhDy **Association Between Intensity of Pain and Impairment in Onset and Activation of the Deep Cervical Flexors in Patients With Persistent Neck Pain.** Clin J Pain 2011;27:309–314
8. Cagnie B, Dolphens M, Peeters I, Achten E, Cambier D, Danneels L. **Use of Muscle Functional Magnetic Resonance Imaging to Compare Cervical Flexor Activity Between Patients With Whiplash-Associated Disorders and People Who Are Healthy** Physical Therapy Volume 90 Number 8 August 2010
9. Johnston V , Jull G , Souvlis T , Jimmieson NL, **Neck movement and muscle activity characteristics in female office workers with neck pain.** Spine (Phila Pa 1976). 2008 Mar 1;33(5):555-63.
10. Shaun O'Leary, Deborah Falla, Gwendolen Jull. **The relationship between superficial muscle activity during the cranio-cervical flexion test and clinical features in patients with chronic neck pain.** Manual Therapy 2011 Oct;16(5):452-5.
11. Evgeniya Zakharova-Luneva, Gwendolen Jull, Venerina Johnston, Shaun O'Leary.

Altered trapezius muscle behavior in individuals with neck pain and clinical signs of scapular dysfunction. J Manipulative Physiol Ther 2012;35:346-353.

12. H. Helgadottir, E. Kristjansson, E. Einarsson, A. Karduna, H. Jonsson Jr. **Altered activity of the serratus anterior during unilateral arm elevation in patients with cervical disorders.** Journal of Electromyography and Kinesiology 21 (2011) 947–953.
13. Falla D , Lindstrøm R , Rechter L , Farina D. **Effect of pain on the modulation in discharge rate of sternocleidomastoid motor units with force direction.** Clin Neurophysiol. 2010 May;121(5):744-53. Epub 2010 Jan 25.
14. Schomacher J, Farina D, Lindstroem R, Falla D. **Chronic trauma-induced neck pain impairs the neural control of the deep semispinalis cervicis muscle.** Clin Neurophysiol. 2012 Jul;123(7):1403-8.
15. Leonard JH , Kok KS , Ayiesha R , Das S , Roslizawati N , Vikram M , Baharudin O. **Prolonged writing task: comparison of electromyographic analysis of upper trapezius muscle in subjects with or without neck pain.** Clin Ter. 2010; 161(1): 29-33.
16. Grace Pui Yuk Szeto, Leon Melville Straker, Peter Bruce O'Sullivan. **Neck-shoulder muscle activity in general and task-specific resting postures of symptomatic computer users with chronic neck pain.** Manual Therapy 14 (2009).
17. Vegard Strøm, Cecilie Røe, Stein Knardahl. **Work-induced pain, trapezius blood flux, and muscle activity in workers with chronic shoulder and neck pain.** PAIN 144 (2009) 147–155
18. Johnston V, Jull G, Darnell R, Jimmieson NL, Souvlis T. **Alterations in cervical muscle activity in functional and stressful tasks in female office workers with neck pain.** Eur J Appl Physiol. 2008 Jun;103(3):253-64.
19. Szeto GP, 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.** Aust J Physiother. 2009;55(4):257-62.
20. Bexander CS, Hodges PW. **Cervico-ocular coordination during neck rotation is distorted in people with whiplash-associated disorders.** Exp Brain Res. 2012 Mar;217(1):67-77.

21. Lindstrøm R, Schomacher J, Farina D, Rechter L, Falla D. **Association between neck muscle coactivation, pain, and strength in women with neck pain.** *Man Ther.* 2011 Feb;16(1):80-6.
22. Juul-Kristensen B, Clausen B, Ris I, Jensen RV, Steffensen RF, Chreiteh SS, Jørgensen MB, Søgaard. **Increased neck muscle activity and impaired balance among females with whiplash-related chronic neck pain: A cross-sectional study.** *J Rehabil Med.* 2013 Mar 28;45(4):376-84.
23. Park KN, Kwon OY, Ha SM, Kim SJ, Choi HJ, Weon JH. **Comparison of electromyographic activity and range of neck motion in violin students with and without neck pain during playing.** *Med Probl Perform Art.* 2012 Dec; 27(4): 188-92.
24. Maroufi N, Ahmadi A, Mousavi Khatir SR. **A comparative investigation of flexion relaxation phenomenon in healthy and chronic neck pain subjects.** *Eur Spine J.* 2013 Jan;22(1):162-8.
25. O'Leary S, Cagnie B, Reeve A, Jull G, Elliott JM. **Is there altered activity of the extensor muscles in chronic mechanical neck pain? A functional magnetic resonance imaging study.** *Arch Phys Med Rehabil.* 2011 Jun;92(6):929-34.
26. Shih YF, Kao YH. **Influence of pain location and hand dominance on scapular kinematics and EMG activities: an exploratory study.** *BMC Musculoskelet Disord.* 2011 Nov 24;12:267.
27. Côté JN, Patenaude I, St-Onge N, Fung J. **Whiplash-associated disorders affect postural reactions to antero-posterior support surface translations during sitting.** *Gait Posture.* 2009 Jun;29(4):603-11.
28. Elliott JM, O'Leary S, Sterling M, Hendrikz J, Pedler A, Jull G. **Magnetic resonance imaging findings of fatty infiltrate in the cervical flexors in chronic whiplash.** *Spine* 2010 Apr 20;35(9):948-54.
29. Matsumoto M, Ichihara D, Okada E, Chiba K, Toyama Y, Fujiwara H. **Cross-sectional area of the posterior extensor muscles of the cervical spine in whiplash injury patients versus healthy volunteers--10 year follow-up MR study.** *Injury.* 2012 Jun;43(6):912-6.
30. Fernández-de-las-Peñas C, Albert-Sanchís JC, Buil M, Benitez JC, Albuquerque-Sendín F. **Cross-sectional area of cervical multifidus muscle in females with chronic bilateral neck pain compared to controls.** *J Orthop Sports Phys Ther.* 2008 Apr;38(4):175-80.

31. Ulbrich EJ, Aeberhard R, Wetli S, Busato A, Boesch C, Zimmermann H, Hodler J, Anderson SE. **Cervical muscle area measurements in whiplash patients: Acute, 3, and 6 months of follow-up.** J Magn Reson Imaging. 2012 Aug 3
32. Ulbrich EJ, Anderson SE, Busato A, Abderhalden S, Boesch C, Zimmermann H, Heini P, Hodler J. **Cervical muscle area measurements in acute whiplash patients and controls.** J Magn Reson Imaging. 2011 Mar;33(3):668-75.
33. Javanshir K, Rezasoltani A, Mohseni-Bandpei MA, Amiri M, Ortega-Santiago R, Fernández-de-Las-Peñas C. **Ultrasound assessment of bilateral longus colli muscles in subjects with chronic bilateral neck pain.** Am J Phys Med Rehabil. 2011 Apr;90(4):293-301.
34. Dibai Filho AV, Packer AC, Costa AC, Berni-Schwarzenbeck KC, Rodrigues-Bigaton D. **Assessment of the upper trapezius muscle temperature in women with and without neck pain.** J Manipulative Physiol Ther. 2012 Jun;35(5):413-7.
35. Rezasoltani A, Ahmadipoor A, Khademi-Kalantari K, Javanshir K. **The sign of unilateral neck semispinalis capitis muscle atrophy in patients with chronic non-specific neck pain.** J Back Musculoskelet Rehabil. 2012;25(1):67-72.
36. Rezasoltani A, Ali-Reza A, Khosro KK, Abbass R. **Preliminary study of neck muscle size and strength measurements in females with chronic non-specific neck pain and healthy control subjects.** Man Ther. 2010 Aug;15(4):400-3.
37. Elliott JM, Pedler AR, Cowin G, Sterling M, McMahon K. **Spinal cord metabolism and muscle water diffusion in whiplash.** Spinal Cord. 2012 Jun;50(6):474-6.
38. 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 Aug; 111(8): 1725-35.

ALLEGATO A

CONTROL STRATEGIES

Riferimento	Deborah Falla, PhD,*w z Shaun O'Leary, PhD,y Dario Farina, PhD,*w and Gwendolen Jull, PhDy Association Between Intensity of Pain and Impairment in Onset and Activation of the Deep Cervical Flexors in Patients With Persistent Neck Pain. Clin J Pain 2011;27:309–314
Campione	n = 32 (donne con CNP da più di 6 mesi)
Intervento e Comparazione	Valutare la relazione tra i sintomi clinici e la funzione dei flessori profondi in donne con CNP. Misurare l'intensità del dolore, la durata dei sintomi e la disabilità. Acquisire l'attività EMG dei flessori cervicali profondi attraverso un elettrodo nasofaringeo durante l'esecuzione di due task: movimenti rapidi del braccio (unilateral shoulder flexion and extension) e il CCFT.
Metodi di indagine	EMG attraverso un elettrodo nasofaringeo (ampiezza onda e onset attivazione) Outcome clinici: VAS, NDI, Body Chart (ACECAD)
Risultati	Lo score medio della NDI (0-50) tra i pazienti era di 11.0±2.6 e la media della VAS (0-10) era 4.7±1.8. È stata osservata una correlazione tra l'intensità del dolore (VAS) e l'ampiezza EMG dei flessori profondi durante il CCFT (r= 0.36; P<0.05). L'onset relativo dei flessori profondi durante i rapidi movimenti di flessione del braccio era correlato positivamente con l'intensità del dolore (r=0.50; P<0.01). Nessuna correlazione significativa tra l'ampiezza EMG e l'onset dei flessori profondi e la durata del dolore, l'area del dolore o lo score del NDI.
Conclusione	Si evince la relazione tra il livello del dolore e la funzione dei flessori profondi in donne con CNP, ma non tra le altre caratteristiche come l'area del dolore e la durata dei sintomi. I risultati suggeriscono che la possibile eterogeneità negli impairments del controllo motorio in pazienti con CNP può influenzare i risultati EMG.

Riferimento	Barbara Cagnie, Mieke Dolphens, Ian Peeters, Eric Achten, Dirk Cambier, Lieven Danneels Use of Muscle Functional Magnetic Resonance Imaging to Compare Cervical Flexor Activity Between Patients With Whiplash-Associated Disorders and People Who Are Healthy Physical Therapy Volume 90 Number 8 August 2010
Campione	Caso: n = 16 (WAD , 5 uomini, 11 donne; media [+/-SD] età=32.9+/-12.7 anni) Controllo: n = 19 sani (10 uomini, 9 donne; media [+/-SD] età=22.2+/-0.6 anni)
Intervento e Comparazione	Confrontare il pattern dei flessori profondi e superficiali Lco, Lca, e SCM tra pazienti con WAD ed il gruppo di controllo a riposo e dopo il CCFT, usando mfMRI.
Metodi di indagine	Risonanza Magnetica Funzionale (mfMRI, si osserva il cambiamento del segnale in T2) Outcome clinici: NDI, VAS (numerical rating scale of pain)
Risultati	Si evince un effetto significativo riferito al muscolo (F=3.906, P=.033) ma non per il gruppo (F=2.855, P=.101). L'interazione muscolo-gruppo era significativo (F=3.618, P=.041). Sebbene non significativa, esiste un forte trend di attività per il Lco (P=.061) e Lca (P=.060) per il gruppo WAD confronto con il gruppo di controllo. SCM: > T2 shifts, differenza non significativa (P=.291)
Conclusione	Attraverso l'mfMRI si dimostra una differenza nel reclutamento muscolare tra Lco, Lca, e SCM durante il CCFT nel gruppo di controllo. Al contrario non si rileva un cambiamento nel pattern di attivazione nel gruppo WAD a confronto con il gruppo di controllo.

Riferimento	Johnston V , Jull G , Souvlis T , Jimmieson NL Neck movement and muscle activity characteristics in female office workers with neck pain. Spine (Phila Pa 1976). 2008 Mar 1;33(5):555-63.
Campione	Caso: 85 female office workers con e senza NP sono state divise in 3 gruppi, basandosi sul risultato ottenuto al Neck Disability Index: No Pain (n 33) Mild Pain (n 38) Moderate Pain (n 14) Controllo: 22 donne non-working asintomatiche
Intervento e Comparazione	Esplorare gli aspetti della funzione muscoloscheletrica cervicale in donne con neck pain impegnate in lavoro d'ufficio. Valutazione dell'attività dei muscoli anteriori e posteriori [SCM, AS, CE e UT] durante il CCFT e un task unilaterale con la mano dominante, in fine è stata misurato il range of motion (ROM) del collo.
Metodi di indagine	ROM: 3-dimensional electromagnetic, motion-tracking device CCFT: misurato con lo Stabilizer™ EMG di superficie (ampiezza onda e durata attività) Outcome clinici: VAS (dolore e tensione percepiti), General Health Questionnaire (GHQ-12), Neck Disability Index (NDI)

Risultati	Workers con NP presentano un minor ROM di rotazione oltre ad una incrementata attività dei flessori superficiali durante il CCFT. Durante il task di coordinazione le lavoratrici con dolore hanno dimostrato > attività nei CE bilateramente. Al completamento del compito UT, CE del lato dominante e AS bilateramente hanno dimostrato un'incapacità a rilassarsi nei soggetti con dolore. In generale c'era una relazione lineare tra il livello di dolore e disabilità auto-percepita e l'alterazione del ROM e dell'attività muscolare.
Conclusione	L'alterata strategia di reclutamento muscolare sembra avere il fine di stabilizzare la testa ed il collo. Viene consigliato un programma di esercizi che includono la rieducazione motoria nel trattamento del NP in office workers.

Riferimento	Shaun O'Leary a,b,*, Deborah Falla c,d, Gwendolen Jull a The relationship between superficial muscle activity during the crano-cervical flexion test and clinical features in patients with chronic neck pain. Manual Therapy 2011 Oct;16(5):452-5.
Campione	n = 84 CMNP (storia di dolore al collo superiore a 6 mesi) inclusi utilizzando il NDI (63 donne, 21 uomini)
Intervento e Comparazione	Esaminare l'associazione tra i livelli di dolore al collo, disabilità e attivazione dei flessori superficiali, (SCM e AS) durante stage progressivi del CCFT in soggetti con CMNP.
Metodi di indagine	Cranio-cervical flexion test (CCFT, misurato con Stabilizer™), EMG di superficie (ampiezza onda) Outcome clinici: VAS, NDI, DUR (Duration of Neck Pain, misurato in mesi)
Risultati	Risulta un'associazione positiva tra l'attività dei muscoli superficiali ed l'intensità del dolore (P < 0.003), ma non tra la durata del dolore (P > 0.5) o la disabilità percepita (P > 0.21). La maggior relazione tra l'intensità del dolore e l'attività muscolare si verifica nello stage finale del CCFT (inner-range test position) per entrambi i muscoli SCM e AS (R(2) = 0.16).
Conclusione	Nonostante la significativa relazione dolore-attività dei muscoli superficiali, essa si rivela modesta (16% explained variance), indicando che esistono plurimi fattori nel contribuire all'alterazione della funzione motoria osservata negli individui con CMNP.

Riferimento	Evgeniya Zakharova-Luneva, Gwendolen Jull, Venerina Johnston, Shaun O'Leary. Altered trapezius muscle behavior in individuals with neck pain and clinical signs of scapular dysfunction. J Manipulative Physiol Ther 2012;35:346-353
Campione	Caso: n = 18 soggetti con CMNP (storia di dolore al collo > 3 mesi (15/100 NDI, 23 mostravano segni di disfunzione cervicale alla valutazione manuale, 14 mostravano segni clinici di disfunzione scapolare nello stesso lato del dolore al collo) Controllo: n = 20 CON
Intervento e Comparazione	Analizzare il comportamento EMG (in termini di ampiezza dell'onda) delle 3 porzioni del trapezio (UT, MT, LT) in pazienti con CMNP durante compiti standardizzati a carico del cingolo scapolare [3 task isometrici della spalla: flexion, abduction, external rotation eseguiti in 3 set di sforzo (max MCV, 50% MVC, 20% MVC)]. I risultati ottenuti dal gruppo CMNP e quello controllo vengono messi a confronto.
Metodi di indagine	EMG di superficie (ampiezza onda) Dinamometro con visual feedback (per misurare lo sforzo isometrico, max MCV, 50% MVC, 20% MVC) Outcome clinico: NDI, test di discinesia scapolare di Kibler
Risultati	Si riportano alti livelli EMG del LT in confronto al gruppo controllo nel movimento di abduction (P < .027) e rotazione esterna (P < .036) ma non per quanto riguarda il movimento di flessione (P > .392). Nessuna differenza registrata al UT (P > .248) o MT (P > .052) tra i gruppi durante i movimenti richiesti.
Conclusione	Si rileva un alterato comportamento del LT negli individui con CMNP che rivelano segni di disfunzione scapolare. Esiste la necessità di considerare il ruolo dei muscoli periscapolari nella valutazione dei pazienti con CMNP, in quanto il ripristino della funzione scapolare potrebbe essere necessario per il successo del trattamento.

Riferimento	H. Helgadottir, E. Kristjansson, E. Einarsson, A. Karduna, H. Jonsson Jr. Altered activity of the serratus anterior during unilateral arm elevation in patients with cervical disorders. Journal of Electromyography and Kinesiology 21 (2011) 947-953
Campione	Caso: n = 49 soggetti con dolore cervicale [22 IONP, 27 WAD] Controllo: n = 23 CON
Intervento e Comparazione	Indagare la presenza di un alterato pattern a carico del serrato anteriore (SA) e del trapezio in pazienti con NP ad esordio insidioso (IONP) e soggetti WAD rispetto ad un gruppo di controllo. Misurare l'onset di attivazione muscolare e la durata dell'attivazione del SA, così come per il trapezio superiore, medio e inferiore durante l'elevazione unilaterale del braccio nei 3 gruppi di soggetti.
Metodi di indagine	EMG di superficie (durata e onset dell'attivazione) 3-D electromagnetic motion-tracking device (Space Fastrak) per la misurazione del movimento Outcome clinici: VAS, NDI, body chart
Risultati	L'onset di attivazione muscolare e la durata dell'attività del SA era statisticamente significativa tra i

	gruppi. Un significativo ritardo dell'onset era evidente nel gruppo IONP e nel gruppo WAD se paragonati al gruppo di controllo. Non è stata rilevata nessuna interazione tra le 3 diverse porzioni del trapezio.
Conclusione	Esiste una possibile implicazione della stabilità scapolare in questa tipologia di pazienti, in quanto l'alterata attività del SA potrebbe riflettere una scarsa coordinazione che andrebbe a ridurre la qualità della performance neuromuscolare incrementando il carico sul rachide cervicale e dorsale.

Riferimento	Falla D , Lindstrøm R , Rechter L , Farina D. Effect of pain on the modulation in discharge rate of sternocleidomastoid motor units with force direction. Clin Neurophysiol. 2010 May;121(5):744-53.
Campione	Caso: n = 9 donne con CNP Controllo: n = 9 donne asintomatiche
Intervento e Comparazione	Confrontare il comportamento delle unità motorie (UM) dello SCM in pazienti CNP e in soggetti sani. Misura dell'EMG durante l'esecuzione di contrazioni isometriche di 10" nel piano orizzontale ad una forza di 15 N in 8 direzioni (0-360° ; 45° di intervallo) e contrazioni isometriche a 15 e 30 N con continui cambi in direzione di forza nel range 0-360°. il comportamento delle UM era monitorato durante 10" di contrazione e nel conseguente periodo di riposo.
Metodi di indagine	EMG: di superficie (ampiezza onda [µV]) e intramuscolare con ago-elettrodo (tasso di scarica di una singola unità motoria [µV] e numero di UM attivate) Dispositivo-dinamometro per la misurazione multidirezionale della forza cervicale (Aalborg University): maximum voluntary force (in Newton), curva di attivazione direzionale (rappresenta la modulazione di intensità dell'attività muscolare con la direzione della forza compiuta) Outcome clinici: NDI e VAS
Risultati	Il tasso di scarica delle UM dipende dalla direzione di forza nel gruppo di controllo (P<0.05) ma non nel gruppo caso. In 3 dei 9 pazienti, ma in nessuno del gruppo controllo, l'attività della singola UM continuava per 8.1+/-6.1s al momento del compimento della contrazione. L'ampiezza della EMG, durante la contrazione circolare a 15N era superiore per i pazienti (43.5+/-54.2 microV) confronto al gruppo di controllo (16.9+/-14.9 microV; P<0.05).
Conclusione	La modulazione del tasso di scarica delle UM con direzione di forza è ridotta a livello dello SCM in pazienti con CNP, con alcuni pazienti che mostrano una prolungata attività delle UM nel periodo di riposo. È evidente che nel CNP ci sia un'alterazione a carico del drive neurale muscolare nei compiti di direzione di forza.

Riferimento	Schomacher J, Farina D, Lindstroem R, Falla D. Chronic trauma-induced neck pain impairs the neural control of the deep semispinalis cervicis muscle. Clin Neurophysiol. 2012 Jul;123(7):1403-8.
Campione	Caso: n = 10 donne con dolore cronico al collo da trauma, 6 da incidente stradale e 4 da caduta Controllo: n = 10 donne asintomatiche
Intervento e Comparazione	Lo scopo dello studio è analizzare il comportamento neurofisiologico del S _{Ce} (a livello di C3) nei soggetti durante: contrazioni isometriche a 15 e 30 N di forza con cambiamenti nella direzione di forza nel range 0-360°.
Metodi di indagine	EMG intramuscolare con ago-elettrodo: ampiezza onda [µV] Dispositivo-dinamometro per la misurazione multidirezionale della forza cervicale (Aalborg University): maximum voluntary force (N) e curva di attivazione direzionale Outcome clinici: NDI e VAS
Risultati	Il muscolo S _{Ce} risulta avere una ridotta specificità nella direzione di forza (P < 0.05). L'ampiezza EMG durante le contrazioni circolari era inferiore per il gruppo Caso (86.3 ± 38.0 e 104.4 ± 47.0 µV per 15 e 30N) comparato al Controllo (226.4 ± 128.5 e 315.8 ± 205.5 µV; P<0.05).
Conclusione	L'attività del S _{Ce} è ridotta nei pazienti con CNP confermando un alterato controllo neurale. Si sottolinea l'utilità di esercizi rivolti alla muscolatura profonda nei pazienti con CNP.

Riferimento	Leonard JH , Kok KS , Ayiesha R , Das S , Roslizawati N , Vikram M , Baharudin O . Prolonged writing task: comparison of electromyographic analysis of upper trapezius muscle in subjects with or without neck pain. Clin Ter. 2010;161(1):29-33.
Campione	Caso: n = 25 studenti universitari con NP Controllo: n = 25 studenti universitari asintomatici
Intervento e Comparazione	Confrontare il comportamento dell'attività EMG del UT in due gruppi di soggetti caso-controllo che durante la loro attività lavorativa quotidiana scrivono al computer per almeno due ore al giorno. La misura EMG del UT avviene durante la scrittura di 30' in condizioni sperimentali standardizzate.
Metodi di indagine	EMG di superficie: % MVC Outcome clinici: posizione del dolore (neck-shoulder, neck-upper back, only neck)
Risultati	L'attività EMG del UT era maggiore nel gruppo Caso rispetto al Controllo (p < 0.05). il gruppo Caso mostra maggior attività rispetto ai soggetti asintomatici.

Conclusione	La prolungata e la continua attività di scrittura mostra un overuse del UT e un alterato controllo motorio nei soggetti sintomatici rispetto ai sani.
-------------	---

Riferimento	Szeto GP, Straker L, O'Sullivan PB Neck-shoulder muscle activity in general and task-specific resting postures of symptomatic computer users with chronic neck pain. Manual Therapy 14 (2009)
Campione	Caso: n = 39 (donne office worker con CNP) Controllo: n = 34 (donne sane)
Intervento e Comparazione	Confrontare l'attività muscolare tra gruppo caso e controllo durante l'adozione di due posture di riposo: (1) mani sul ventre e (2) mani sulla tastiera.
Metodi di indagine	EMG di superficie: %EGMmax (percentuale del massimale di segnale EMG, elaborazione del MVC) Outcome clinici: Numerical scale of discomfort (0-10, Kuorinka et al., 1987)
Risultati	La mano sulla tastiera elicitava un'incrementata attività muscolare del UT dei soggetti con elevato fastidio (n=22), simile a quella osservata durante il typing-task. Al contrario, il gruppo di controllo, non mostra differenze nell'attività muscolare tra le due posture di riposo.
Conclusione	Possibilità che alcune reazioni anticipatorie richieste da determinati task, inneschino un'alterata attività muscolare.

Riferimento	Vegard Strøm, Cecilie Røe, Stein Knardahl Work-induced pain, trapezius blood flux, and muscle activity in workers with chronic shoulder and neck pain. PAIN 144 (2009) 147-155
Campione	Caso: n = 24 lavoratori full-time CSNP (chronic shoulder and neck pain) 14 women and 10 men Controllo: n = 28 soggetti asintomatici (16 women and 12 men)
Intervento e Comparazione	Rilevazione del dolore, della microcircolazione e della attività EMG del trapezio durante 90 minuti di lavoro d'ufficio simulato e in compiti di precisione manuale in entrambi i gruppi caso e controllo.
Metodi di indagine	Laser-Doppler flowmetry (LDF, Intramuscular blood flux): riportato in % di flusso basale di perfusione sanguigna (%LDFbaseline) Dinamometro: % MVC EMG di superficie: % EGMmax Peñáz method (Blood pressure [MAP] and heart rate [HR]): HR in beat/min, MAP in mmHg Outcome clinici: MSI (musculoskeletal complaint severity index), VAS
Risultati	Il dolore aumenta durante il work-task, tale l'aumento è maggiore nelle donne rispetto agli uomini e il gruppo di controllo. L'attività muscolare era minore del 4% della MVC. Il flusso sanguigno intramuscolare era elevato durante il work-task in entrambi i gruppi e durante la fase di riposo nel gruppo sintomatico. Il dolore nel lato attivo è correlato positivamente con il flusso sanguigno per il gruppo sintomatico e negativamente nel gruppo di controllo.
Conclusione	Il lavoro d'ufficio induce dolore e vasodilatazione a livello del trapezio, che non ritorna ai valori di riposo durante il recupero. Il dolore è associato alla vasodilatazione del trapezio ma non all'attività muscolare. L'interazione tra i vasi sanguigni e i nocicettori acquista importanza nell'attivazione dei nocicettori muscolari in soggetti con CSNP. Le persone afflitte dal dolore possono beneficiare di pause o di brevi intervalli rispetto ai lavoratori asintomatici.

Riferimento	Johnston V, Jull G, Darnell R, Jimmieson NL, Souvlis T. Alterations in cervical muscle activity in functional and stressful tasks in female office workers with neck pain. Eur J Appl Physiol. 2008 Jun;103(3):253-64.
Campione	Caso: n = 85 soggetti workers (33, assenza di dolore; 38, dolore medio; 14, dolore moderato) Controllo: n = 22 soggetti non-working
Intervento e Comparazione	Determinare le differenze tra gruppo caso e controllo in termini di stress, ampiezza elettromiografica (EMG) e battito cardiaco in risposta a vari task. Gli stress valutati erano: richieste di lavoro, autorità decisionale, supporto sociale. Il battito cardiaco era misurato durante 3 compiti: copy-typing, typing stress e un colour word task. Muscoli indagati: SCM, AS, CE e UT bilateralmente.
Metodi di indagine	EMG di superficie (ampiezza onda), Heart rate (Polar A3, beat/min) Outcome clinici: NDI, The general health questionnaire (GHQ-12)
Risultati	Nessuna differenza tra i due gruppi nel work stressors o employee strain measures. I workers con e senza dolore riportavano alti livelli di EMG in SCM, AS e CE durante i task rispetto al gruppo controllo (all P < 0.02). Nei workers con neck pain, UT ha difficoltà a rilassarsi dopo il completamento del task comparato con il gruppo controllo e i workers senza dolore. C'era un incremento del battito cardiaco, della tensione percepita, del dolore ed era associata ad una riduzione dell'accuratezza per tutti i gruppi durante il stressful tasks, in cui i worker sintomatici riportavano un typing errors più elevato rispetto ai controlli e i workers senza dolore.

Conclusione	Nei soggetti NP esiste un'alterazione del pattern di reclutamento muscolare nei flessori ed estensori cervicali. Se questa sia la conseguenza o la causa di un disordine muscoloscheletrico non può essere determinato. È possibile che i lavoratori asintomatici possano essere a rischio di sviluppo di un disordine muscoloscheletrico.
-------------	--

Riferimento	Szeto GP, 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. Aust J Physiother. 2009;55(4):257-62.
Campione	Caso: n = 18 donne con neck pain (office workers) Controllo: n = 21 donne asintomatiche (office workers)
Intervento e Comparazione	Due scopi: 1. Verificare la presenza di un alto carico muscolare-posturale cervicale, in termini di elevate ampiezze e minor riposo muscolare, e maggior discomfort in symptomatic female office workers mentre eseguono in sequenza random tre task specifici (typing, mousing, and type-and-mouse) e vengono paragonate a individui asintomatici. 2. Se le differenze di carico muscolare posturale si presentano diversamente per attività bilaterali (battitura) e unilaterali (mouse)
Metodi di indagine	EMG superficiale (misurazione bilaterale dell'erector spinae e UT): ampiezza onda (%MVC) e durata riposo (Gaps/min) Outcome clinici: Numerical rating scale per misurare il discomfort (Kuorinka et al 1987)
Risultati	CASE GROUP: - 4.3% (95% CI 0.1-8.4) grande ampiezza durante typing e 3.5% (95% CI 0.1-6.9) - Grande ampiezza durante type-and-mouse nelt cervical erector spinae di destra. - l'erector spinae di sinistra riporta 1.2 gaps/min (95% CI -2.3 to 0.0) a bassa frequenza durante typing. - grande discomfort durante tutte le condizioni. Una media elevata di ampiezze EMG e un basso gap di frequenza per entrambe le condizioni (typing and type-and-mouse) comparate con le condizioni unilaterali (mousing) per entrambi i gruppi muscolari.
Conclusione	I risultati mostrano una aumentata ampiezza di segnale EMG e un diminuito tempo di riposo muscolare a livello cervicale dei muscoli erettori spinali negli office workers che svolgono compiti di scrittura e mousing al computer. Nei soggetti sintomatici il gap di frequenza EMG del trapezio durante attività bilaterali e unilaterali è più piccolo rispetto quelli asintomatici, questo dato indica che non vi sono differenze significative tra i compiti presentati. Poiché questo studio è trasversale, una relazione causale tra l'attività muscolare e il discomfort non può essere confermata. Tuttavia l'aumento dei livelli di attività EMG a collo e spalle può comportare un aumento di carico sensibilizzando le strutture e provocando dolore. Uno studio prospettivo potrebbe trovare le prove della causa-effetto.

Riferimento	Bexander CS, Hodges PW. Cervico-ocular coordination during neck rotation is distorted in people with whiplash-associated disorders. Exp Brain Res. 2012 Mar;217(1):67-77.
Campione	Caso: n = 9 soggetti con chronic WAD (8 women, 1 man), classificazione WAD tipo II, tempo trascorso medio dal trauma tra i partecipanti 4,7 anni Controllo: n = 11 soggetti asintomatici (7 women, 4 men)
Intervento e Comparazione	Indagare se il WAD può inficiare la coordinazione tra il movimento degli occhi e il collo. Hanno misurato l'attività EMG nella rotazione cervicale a destra dello SCM di sinistra, dell' obliquus capitis inferior (OI) di destra, dello splenius capitis (SC) di destra e del multifidus (Mul) sempre di destra. La rotazione cervicale era eseguita con 5 condizioni di sguardo differenti.
Metodi di indagine	EMG: superficiale e intramuscolare (ampiezza EMG, %MVC) Electro-oculography (EOG): per misurare il movimento orizzontale degli occhi (in rad) Potenziometro: misura la rotazione del collo (in rad) Outcome clinico: severity of the whiplash injuries (grades from Spitzer et al. 1995)
Risultati	Tre principali differenze sono state osservate nei WAD: 1: SC superficiale attivo in entrambe le direzioni della rotazione nei soggetti WAD in contrasto con l'attività esclusivamente correlata alla rotazione destra nel gruppo controllo. 2: OI e MF variavano a seconda della direzione della rotazione cervicale, a differenza dell'attività non direzione specifica nel gruppo di controllo. 3: l'effetto della direzione dello sguardo orizzontale sull'EMG muscolare cervicale era maggiore confronto al gruppo di controllo.
Conclusione	Esiste una necessità di ridistribuire l'attività tra i muscoli cervicali durante la rotazione cervicale ed aumentare l'interazione tra gli occhi e l'attività muscolare cervicale in persone con WAD. Questi cambiamenti nella coordinazione cervico-oculare potrebbero sottolineare i sintomi clinici riportati da soggetti WAD che includono deficit visivi e cambiamenti nella funzione durante la rotazione cervicale, come il controllo posturale.

Riferimento	Lindstrøm R, Schomacher J, Farina D, Rechter L, Falla D. Association between neck muscle coactivation, pain, and strength in women with neck pain. <i>Man Ther.</i> 2011 Feb;16(1):80-6.
Campione	Caso: n = 13 donne con chronic neck pain Controllo: n = 10 donne asintomatiche
Intervento e Comparazione	Indagare la relazione tra coattivazione muscolare cervicale, forza cervicale, dolore percepito e disabilità in donne con CNP nei muscoli sternocleidomastoideo (SCM) e splenius capitis (SC). I compiti richiesti sono stati: 1) maximal voluntary contractions (MVC) in flessione, estensione e flessione laterale destra-sinistra 2) contrazioni crescenti da 0% a 50% MVC in flessione ed estensione e 3) contrazioni circolari nel piano orizzontale a15N e 30N di forza.
Metodi di indagine	EMG di superficie: ampiezza EMG (μ V) in rapporto alla %MVC Dispositivo-dinamometro per misurare la forza multidirezionale del collo (Aalborg University, Denmark): maximum voluntary force (N), curva di attivazione direzionale della forza Outcome clinico: NDI
Risultati	Maggior ampiezza EMG osservati in soggetti con NP nel muscolo SC (antagonista) durante la flessione cervicale e nel muscolo SCM durante l'estensione ($P < 0.05$). I pazienti manifestano ridotti valori nei movimenti direzione-specifici nello SCM e SC per le contrazioni circolari ($P < 0.05$). L'ampiezza EMG di SC durante la flessione cervicale era correlata con il dolore ($R^2 = 0.35$, $P < 0.05$) e la disabilità percepita ($R^2 = 0.53$, $P < 0.01$). Una correlazione inversa si evince tra l'attivazione di SC durante la flessione e la forza ($R^2 = 0.54$, $P < 0.01$).
Conclusione	I pazienti con CNP hanno livelli più elevati di coattivazione dello SCM e dello SC. Inoltre l'aumentata coattivazione è associata ad una ridotta resistenza del collo e a più elevati livelli di dolore e disabilità associati. Queste osservazioni indicano una relazione tra le alterazioni neuromuscolari di controllo della colonna cervicale in pazienti con CNP e le conseguenze funzionali tra cui un'alterata prestazione motoria e un aumentato livello di disabilità percepita.

Riferimento	Juul-Kristensen B, Clausen B, Ris I, Jensen RV, Steffensen RF, Chreiteh SS, Jørgensen MB, Søgaard Increased neck muscle activity and impaired balance among females with whiplash-related chronic neck pain: A cross-sectional study. <i>J Rehabil Med.</i> 2013 Mar 28;45(4):376-84.
Campione	Caso: n = 10 donne con whiplash-associated disorder (age 37.7 years (21-58), neck pain >2 anni e NDI >10) Controllo: n = 10 donne asintomatiche (controls age 35.9 years (21-53), NDI <6).
Intervento e Comparazione	Indagare l'attività dei muscoli cervicali ed il controllo posturale in pazienti con WAD rispetto a soggetti asintomatici. Su una piattaforma di forza sono state eseguite 3 attività di equilibrio (posizione di Romberg con gli occhi aperti e chiusi e in stazione eretta monopodalica) e un task con delle perturbazioni degli arti superiori.
Metodi di indagine	EMG di superficie: ampiezza onda (μ V) in rapporto a % MVE (maximum voluntary EMG) Dinamometro (Nm) Piattaforma di forza con 6 gradi di libertà (misura in mm di: centro di pressione (COP), traiettorie anteriori-posteriori (AP) e medio-laterali (ML), e la determinazione dei punti di equilibrio istantanei (IEP)) Outcome clinici: NDI, NRS, SF-36 Physical Component Scale, SF-36 Mental Health Component Scale
Risultati	Durante i compiti di equilibrio ad occhi chiusi e in monopodalica, l'attività media dei 4 muscoli testati (AS, SCM, CEs e UT) aumentava in modo significativo nei soggetti con WAD se paragonati con i sani. Le oscillazioni posturali erano anche esse significativamente aumentate.
Conclusione	Soggetti WAD avevano una maggiore attività relativa dei muscoli del collo e più grandi oscillazioni posturali durante i normali compiti di equilibrio rispetto ai soggetti di controllo. I risultati indicano un modello sensoriale di feedback disturbato nei soggetti WAD, che può avere conseguenze negative durante l'esecuzione delle attività quotidiane, soprattutto quando l'illuminazione e/o il supporto posturale è limitato.

Riferimento	Park KN, Kwon OY, Ha SM, Kim SJ, Choi HJ, Weon JH. Comparison of electromyographic activity and range of neck motion in violin students with and without neck pain during playing. <i>Med Probl Perform Art.</i> 2012 Dec;27(4):188-92.
Campione	Caso: n = 9 studentesse di violino con neck pain Controllo: n = 9 studentesse di violino asintomatiche
Intervento e Comparazione	Paragonare l'attività EMG bilaterale dei muscoli superficiali cervicali (UT, SCM e CEs) durante l'utilizzo del violino tra studentesse con e senza neck pain. Inoltre è stato anche analizzato il range of motion (ROM) cervicale sia durante l'utilizzo del violino che a riposo.
Metodi di indagine	EMG di superficie: %MVC Three-dimensional ultrasonic motion analysis system (misure rilevate in posizione seduta): ROM in rad

	Outcome clinici: VAS
Risultati	Durante l'utilizzo del violino, sia l'angolo di rotazione sinistra che di flessione laterale verso sinistra della colonna cervicale erano significativamente maggiori nel gruppo dolore che nel gruppo controllo. Allo stesso modo, l'attività EMG del UT di sinistra, di entrambi gli CEs e gli SCM erano significativamente maggiori nel gruppo dolore. Il ROM attivo di rotazione assiale a sinistra era significativamente più basso nel gruppo dolore.
Conclusione	Questi risultati suggeriscono che una postura asimmetrica nell'utilizzo del violino e il relativo aumento dell'attività muscolare così come la diminuita rotazione assiale del collo possono contribuire al NP in studentesse di violino.

Riferimento	Maroufi N, Ahmadi A, Mousavi Khatir SR. A comparative investigation of flexion relaxation phenomenon in healthy and chronic neck pain subjects. Eur Spine J. 2013 Jan;22(1):162-8.
Campione	Caso: n = 22 donne con CNP (23 ± 2.62 years) Controllo: n = 21 donne sane (23.4 ± 1.68 years)
Intervento e Comparazione	Flexion relaxation phenomenon (FRP) è il silenzio mioelettrico che avviene durante l'estensione completa cervicale e lombare, che solitamente non si riproduce nei soggetti sintomatici. Lo scopo dello studio è di valutare le caratteristiche di questo fenomeno nella regione cervicale in soggetti con CNP e un gruppo di controllo. I soggetti compivano una flessione ed una estensione cervicale dalla posizione neutra mentre venivano analizzati l'angolo di flessione collo-tronco e l'EMG di superficie dei muscoli erector spinae (CEs) e UT.
Metodi di indagine	EMG di superficie: onset, offset e ampiezza onda Goniometro elettrico per misurare l'angolo collo-tronco: in rad Outcome clinici: VAS
Risultati	Differenze significative nel FRP tra i due gruppi (P ≤ 0.001). Il FRP negli estensori cervicali era osservato nel 85.7 % dei soggetti sani e nel 36.3 % di quelli con CNP. Nel UT non è stato osservato FRP. L'onset e l'offset del FRP sono molto diversi tra i due gruppi (P ≤ 0.001).
Conclusione	I risultati di questo studio hanno dimostrato che, similmente alla regione lombare, FRP può essere alterato in pazienti CNP (< rispetto ai CON). Tuttavia, l'uso di FRP cervicale come strumento per distinguere i pazienti dai soggetti sani non è ancora chiaro. Ulteriormente, i risultati di questo studio hanno mostrato che i pazienti CNP hanno un'attivazione muscolare alterata in attività dinamiche.

Riferimento	O'Leary S, Cagnie B, Reeve A, Jull G, Elliott JM. Is there altered activity of the extensor muscles in chronic mechanical neck pain? A functional magnetic resonance imaging study. Arch Phys Med Rehabil. 2011 Jun;92(6):929-34.
Campione	Caso: n = 12 soggetti con CMNP (10 women, 2 men) Controllo: n = 11 CON (6 men, 4 women)
Intervento e Comparazione	Confrontare il pattern dei muscoli estensori cervicali: Mul, SCe, SECM e SC in soggetti con CMNP rispetto a controlli sani prima e subito dopo 2 esercizi differenti (estensione cervicale in posizione craniocervicale neutra (CCN) ed estensione cervicale in estensione cranio-cervicale (CCE)).
Metodi di indagine	Risonanza magnetica funzionale muscolare (mfMRI): variazione segnale in T2 inclinometro digitale: in rad dinamometro con visual feedback: %MVC Outcome clinici: body mass index (BMI), NDI
Risultati	Mentre non sono state osservate differenze di attivazione differenziale dei muscoli estensori dei partecipanti con CMNP rispetto ai controlli, tali differenze erano evidenti solo per la condizione di esercizio in CCN e sono stati osservati solo per 3 dei 7 muscoli di interesse nel corso di questo esercizio.
Conclusione	Rispetto ai controlli i partecipanti con CMNP riportavano minor attività nel Mul / SECM e SC del rachide cervicale inferiore durante l'esecuzione dell'esercizio CCN; questo può rappresentare una variazione della strategia motoria degli estensori cervicali durante l'esecuzione di esercizi in estensione indicando che l'attivazione differenziale degli estensori cervicali in CNP merita ulteriori indagini.

Riferimento	Shih YF, Kao YH. Influence of pain location and hand dominance on scapular kinematics and EMG activities: an exploratory study. BMC Musculoskelet Disord. 2011 Nov 24;12:267.
Campione	30 soggetti con CNP per più di 3 mesi (10 males, 20 females; mean age (sd): 38 (11.9) years)
Intervento e Comparazione	Vedere se la localizzazione del dolore e il lato dominante influenzano la cinematica scapolare e l'attività EMG del trapezio superiore e SCM durante un task di elevazione bilaterale delle braccia in soggetti con CNP.
Metodi di indagine	EMG di superficie: %EMG activity Three-dimensional electromagnetic tracking system (per valutare il movimento 3D scapolare): in rad Outcome clinici: NDI

Risultati	Il movimento scapolare di tilt posteriore è significativamente influenzato dal braccio dominante ($P = 0,001$) e dall'interazione del braccio dominante e dall'angolo di elevazione ($P = 0,002$). Il movimento di rotazione scapolare verso alto/basso risente della interazione del braccio dominante e dall'angolo di elevazione ($p = 0,02$). La localizzazione del dolore non ha mostrato alcuna significativa influenza sul movimento scapolare e l'attività dei muscoli.
Conclusione	La mano dominante potrebbe influenzare la cinematica scapolare, mentre non vi sono evidenze significative che la localizzazione del dolore influenza i movimenti scapolari o l'attività muscolare in soggetti con CNP.

Riferimento	Côté JN, Patenaude I, St-Onge N, Fung J. Whiplash-associated disorders affect postural reactions to antero-posterior support surface translations during sitting. <i>Gait Posture</i> . 2009 Jun;29(4):603-11.
Campione	Caso: n = 10 soggetti con WAD (5 women, 5 men; altezza media 164.7 (10.7), peso medio 91.7 (21.7)) Controllo: n = 10 CON (5 women, 5 men; altezza media 170.3 (9.8), peso medio 71.5 (10.7))
Intervento e Comparazione	Valutare l'abilità di mantenere la postura seduta eretta in soggetti con WAD rispetto a soggetti sani. Tutti i soggetti sono stati sottoposti ad uno spostamento improvviso in avanti o indietro della superficie di supporto della sedia mentre si analizzano la cinematica del corpo e l'EMG bilaterale dei muscoli: AS, SCM, CP, UT, TES, LES, RA e EO.
Metodi di indagine	Three-dimensional electromagnetic tracking system (composto da 6 telecamere ad alta risoluzione, per valutare le oscillazioni posturali di testa, braccia e tronco): in rad / milli secondo EMG di superficie: onset (milli secondi), ampiezza d'onda (μV) Outcome clinici: Quebec classification of WAD, tempo trascorso dal trauma (in mesi)
Risultati	L'onset dello spostamento combinato di testa-braccia-tronco e del centro di massa è significativamente in ritardo in persone con WAD. Tuttavia, i loro peak trunk angles erano più piccoli e venivano raggiunti prima. Nel gruppo WAD, l'insorgenza d'attivazione del LES è stata meno influenzata dalla direzione della perturbazione e il muscolo SCM ha mostrato una tendenza verso un'attivazione ritardata rispetto al gruppo asintomatico.
Conclusione	Questi risultati suggeriscono che gli individui con WAD potrebbero avere un'alterazione della soglia di stretch reflex e/o elicitare una risposta motoria finalizzata ad evitare il dolore, che a sua volta può essere specifico per una direzione. Tali risultati evidenziano l'importanza di valutare sia le caratteristiche spaziali che temporali nei diversi livelli del sistema muscolo-scheletrico spinale per valutare le risposte posturali multidirezionali in individui WAD.

MUSCLE PROPERTIES

Riferimento	Elliott JM, O'Leary S, Sterling M, Hendrikz J, Pedler A, Jull G. Magnetic resonance imaging findings of fatty infiltrate in the cervical flexors in chronic whiplash. <i>Spine</i> 2010 Apr 20;35(9):948-54.
Campione	109 soggetti femminili: n = 78 soggetti con cWAD di grado II (da 3 mesi a 3 anni dall'infortunio) n = 31 CON
Intervento e Comparazione	Comparare quantitativamente la presenza di alterazioni muscolari (MFI e CSA) nella muscolatura anteriore bilaterale del rachide cervicale in WAD II e CON attraverso l'analisi strumentale dei muscoli.
Metodi di indagine	RMN per rilevare MFI (mm in T1 pesate) e CSA (mm^2) dei Lco, Lca e SCM Outcome clinici: body mass index (BMI), NDI, durata dei sintomi (in mesi).
Risultati	I soggetti WAD presentano un maggior MFI e CSA per i muscoli anteriori se paragonati ai soggetti sani (all $P < 0.0001$). La maggior quantità di MFI è presente a livello C2-C3 ($P < 0.0001$) nei muscoli longus capitis/colli. MFI è inversamente proporzionale all'età, al dolore/disabilità e BMI, ma direttamente proporzionale alla durata dei sintomi.
Conclusione	C'è un significativo incremento del MFI e CSA a carico dei muscoli anteriori (specialmente a carico di Lco e Lca) in soggetti cWAD rispetto ai soggetti sani. Sono necessari studi futuri per indagare la relazione tra la morfometria muscolare e i sintomi in individui con WAD acuto o cronico.

Riferimento	Matsumoto M, Ichihara D, Okada E, Chiba K, Toyama Y, Fujiwara H. Cross-sectional area of the posterior extensor muscles of the cervical spine in whiplash injury patients versus healthy volunteers--10 year follow-up MR study. <i>Injury</i> . 2012 Jun;43(6):912-6.
Campione	Caso: n = 23 soggetti con WAD nel periodo 1994-96 (13 maschi, 10 femmine, età media 51.8 anni, follow-up a 11,5 anni di media)

	Controllo: n = 60 volontari asintomatici (36 males, 24 females, mean age 47.8 years, mean follow-up 11.1 years)
Intervento e Comparazione	Verificare i cambiamenti fisici nella muscolatura estensoria cervicale a 10 anni da un colpo di frusta. Sono stati misurati il CSA (cm ²) dei muscoli posteriori profondi (Mul, SCe, SECM e SC) a livello di C3-4, C4-5 e C5-6. Comparare i cambiamenti a lungo termine tra i due gruppi. Valutare la correlazione tra CSA e sintomi cervicali.
Metodi di indagine	RMN: segnale in T2 Questionario clinico non specificato (include neck pain, shoulder stiffness, headaches e arm pain and/or numbness. I sintomi venivano registrati utilizzando una scala binominale "positivo o negativo")
Risultati	CSA da C3-4 a C5-6 = 4811.6±878.4 (pazienti con whiplash) 4494.9±1032.7 mm nei controlli alla valutazione iniziale(p=0.20), 5173.4±946.1 mm e 4713.0±1065.3 mm (2) al follow-up (p=0.07). Il cambiamento del CSA nel tempo= 361.8±804.9 mm (whiplash patients) e 218.1±520.7 mm (2) nei controlli (p=0.34). Nessuna differenza rilevata tra i pazienti e i controlli.
Conclusione	Non ci sono differenze nel CSA nei soggetti WAD rispetto i soggetti sani a 10 anni dal trauma. In entrambi i gruppi, il CSA era incrementato al follow-up. Non è stata riscontrata nessuna associazione tra i cambiamenti del CSA e i sintomi clinici come dolore al collo e alle spalle. I risultati suggeriscono che il WAD non è associato ad atrofia sintomatica dei muscoli posteriori nel lungo termine.

Riferimento	<u>Fernández-de-las-Peñas C, Albert-Sanchís JC, Buil M, Benitez JC, Alburquerque-Sendín F.</u> Cross-sectional area of cervical multifidus muscle in females with chronic bilateral neck pain compared to controls. J Orthop Sports Phys Ther. 2008 Apr;38(4):175-80.
Campione	Caso: n= 20 donne con bCNP Controllo: n = 20 donne asintomatiche
Intervento e Comparazione	Analizzare le differenze di dimensione e forma del multifido cervicale tra individui con bCNP e CON. Valutazione ecografica bilaterale del multifido cervicale a livello C3-C6; la CSA [cm ²] e i rapporti della forma del muscolo (rapporti tra la dimensione laterale [Lat], anteriore-posteriore [AP] e Lat/AP, tutti in cm).
Metodi di indagine	Ecografia Outcome clinici: NDI e VAS
Risultati	I pazienti con bCNP hanno un minor CSA del Mul cervicale a tutti i livelli se paragonati al gruppo controllo (P<.001). l'ANOVA per il rapporto di forma muscolare indica un effetto significativo per i livelli (F = 7.84, P<.001) e i gruppi (F = 12.501, P<.001), ma non per il lato (F = 0.654, P = .58). Si rileva una grande differenza tra livello e gruppo (F = 3.651, P = .01). Gruppo Caso: ampi valori nel rapporto di forma del livello di C3 (P<.001) e C6 (P<.01) per il Mul paragonati ai controlli. Il Mul di C4 ha un minor rapporto di forma a livello di C6 (P<.001), ma non è significativo come la differenza tra il rapporto di forma a C3 e C5 (P>.05).
Conclusione	Le donne con bCNP hanno una riduzione generalizzata del CSA del Mul se paragonate a quelle asintomatiche.

Riferimento	<u>Ulbrich EJ, Aeberhard R, Wetli S, Busato A, Boesch C, Zimmermann H, Hodler J, Anderson SE.</u> Cervical muscle area measurements in whiplash patients: Acute, 3, and 6 months of follow-up. J Magn Reson Imaging. 2012 Aug 3
Campione	90 soggetti WAD (48 femmine e 43 maschi)
Intervento e Comparazione	Un gruppo di pazienti è stato esaminato dopo 48 h e a 3 - 6 mesi dopo un colpo di frusta. Valutazione tramite RMN (effettuato da due esaminatori in cieco) della CSA (cm ²) dei muscoli estensori cervicali e SCOM a livello di C2 (i muscoli profondi e tutti gli altri muscoli dorsali), C4 (SCM) e C5 (i muscoli profondi e tutti gli altri muscoli dorsali). Scopo: valutare i cambiamenti del CSA nel tempo e se c'è una correlazione CSA/outcome clinico
Metodi di indagine	RMN: utilizzo del transverse STIR sequences (Short Tau inversion Recovery) Outcome clinici: EuroQuol 5D, specific Whiplash Disability Questionnaire (WDQ), VAS, ROM cervicale (somma della rotazione interna ed esterna), BMI
Risultati	Il CSA dei soggetti femminile è inferiore rispetto agli uomini. Nessuna differenza significativa del CSA con il passare del tempo in nessuno dei tre livelli cervicali analizzati. Nessuna correlazione significativa dei valori del CSA con gli score degli outcome clinici eccetto che per il BMI.
Conclusione	I risultati di questo studio non supportano il fatto che l'ipotrofia dei muscoli cervicali sia implicato nella genesi dei sintomi dopo un colpo di frusta.

Riferimento	<u>Ulbrich EJ, Anderson SE, Busato A, Abderhalden S, Boesch C, Zimmermann H, Heini P.</u> Cervical muscle area measurements in acute whiplash patients and controls. J Magn Reson Imaging. 2011 Mar;33(3):668-75.
Campione	Caso: n = 38 (acute whiplash patients, entro 48 h dall'evento) metà uomini e donne Controllo: n = 38 CON
Intervento e	Paragonare quantitativamente il CSA (cm ²) dei muscoli estensori cervicali (profondi e superficiali) e

Comparazione	dello SCM) in soggetti con WAD acuto rispetto a soggetti asintomatici. Verificare l'ipotesi che i soggetti WAD hanno minor CSA dei soggetti controllo.
Metodi di indagine	RMN per valutare la CSA con transversal STIR (Short T1 Inversion Recovery) Outcome clinici: EuroQuol 5D, Specific Whiplash Questionnaire, VAS, BMI
Risultati	Nessuna differenza significativa tra età e BMI in pazienti e controlli. Nessuna differenza significativa tra i pazienti e i controlli per il CSA. Le donne hanno < CSA rispetto a uomini. Il CSA non mostra una correlazione significativa con l'intensità del dolore al collo e il mal di testa, ma esiste una tendenza consistente a presentare un minor dolore e un maggior mal di testa nei soggetti con un CSA più grande.
Conclusione	Questo studio non fornisce alcuna prova che soggetti con un minor CSA degli estensori cervicali abbiano un maggior rischio di avere sintomi dopo un colpo di frusta, inoltre conferma che le donne hanno un minor CSA.

Riferimento	<u>Javanshir K, Rezasoltani A, Mohseni-Bandpei MA, Amiri M, Ortega-Santiago R, Fernández-de-Las-Peñas C.</u> Ultrasound assessment of bilateral longus colli muscles in subjects with chronic bilateral neck pain. <i>Am J Phys Med Rehabil.</i> 2011 Apr;90(4):293-301.
Campione	Caso: n = 20 soggetti con mechanical bilateral chronic neck pain (mbCNP) Controllo: n = 20 CON
Intervento e Comparazione	Analisi del CSA (cm ²), della dimensione anteriore-posteriore (APD, in cm), laterale (LD, in cm) e il rapporto di forma (LD/APD) del muscolo Lco.
Metodi di indagine	Ecografia bilaterale del muscolo Lco a livello della tiroide (C5-C6). Outcome clinici: NDI e VAS
Risultati	Il ICC (3,1) era superiore 0.86 per il within-day e sopra al 0.81 per il between-day nella intraexaminer reliability. I pazienti mostrano un CSA più piccolo bilateralmente (P < 0.001) e un APD sempre più piccolo (P = 0.004). La forma del muscolo e LD non riportavano differenze tra i gruppi (P = 0.092 and P = 0.963). Le donne esibiscono un CSA più piccolo bilateralmente se comparato con gli uomini (P < 0.01).
Conclusione	Il muscolo Lco esibisce un CSA e un APD (bilaterali) più piccoli, ma nessuna differenza nel LD e nel rapporto di forma nei soggetti con mbCNP. Il ridotto CSA era negativamente associato con la disabilità e la APD era negativamente associato con l'intensità del dolore.

Riferimento	<u>Dibai Filho AV, Packer AC, Costa AC, Berni-Schwarzenbeck KC, Rodrigues-Bigaton D.</u> Assessment of the upper trapezius muscle temperature in women with and without neck pain. <i>J Manipulative Physiol Ther.</i> 2012 Jun;35(5):413-7.
Campione	36 studentesse universitarie sono state classificate attraverso il Neck Disability Index (NDI) in 2 gruppi: n = 18 soggetti con NP aventi una disabilità media n = 18 CON
Intervento e Comparazione	Analisi bilaterale della temperatura cutanea (°C) in corrispondenza del UT in soggetti con NP e CON
Metodi di indagine	Termografo Outcome clinici: NDI
Risultati	Nessuna differenza significativa è stata trovata tra i due gruppi riguardo i valori della temperatura del UT sinistro (P = .565) e destro (P = .917) come anche in confronto alla asimmetria di temperatura (P = .542). Inoltre nessuna associazione significativa è stata trovata tra le variabilità (P > .05).
Conclusione	Non è stata trovata nessuna significativa riduzione o asimmetria di temperatura del UT in soggetti con NP rispetto a CON.

Riferimento	<u>Rezasoltani A, Ahmadipoor A, Khademi-Kalantari K, Javanshir K.</u> The sign of unilateral neck semispinalis capitis muscle atrophy in patients with chronic non-specific neck pain. <i>J Back Musculoskel et Rehabil.</i> 2012;25(1):67-72.
Campione	20 female office workers: n = 10 soggetti con CNP unilaterale n = 10 CON
Intervento e Comparazione	Confrontare le dimensioni (Lateral Dimension (LD) Anterior-Posterior Dimension (APD) in cm, Multiplied Linear Dimension (MLD o CSA) in cm ²) e l'asimmetria del muscolo SECM tra un gruppo di lavoratori d'ufficio di sesso femminile con dolore cronico unilaterale al collo e un gruppo di soggetti sani di controllo.
Metodi di	Ecografia

indagine	Outcome clinici: Body Mass Index (BMI)
Risultati	La dimensione del SECM e il rapporto tra la dimensione e il peso corporeo nei pazienti è inferiore di quella dei controlli (P <0.05, p <0.001). La dimensione del SECM del lato affetto è inferiore rispetto al lato asintomatico nel gruppo pazienti (P <0,05). L'asimmetria di dimensione del SECM tra i due lati è più alta nei pazienti rispetto ai controlli (P <0,001). La dimensione antero-posteriore media del SECM dei pazienti è inferiore a quella dei controlli (P <0,01). Non esiste una differenza significativa tra i due gruppi nella dimensione laterale.
Conclusione	Le dimensioni, l'asimmetria ed il rapporto di forma del SECM rispetto al peso del corporeo così come la dimensione APD sembrano essere parametri utili per rilevare l'atrofia muscolare nei pazienti con CNP.

Riferimento	<u>Rezasoltani A, Ali-Reza A, Khosro KK, Abbass R.</u> Preliminary study of neck muscle size and strength measurements in females with chronic non-specific neck pain and healthy control subjects. <u>Man Ther.</u> 2010 Aug;15(4):400-3.
Campione	20 female office workers: n = 10 soggetti con CNNP n = 10 CON
Intervento e Comparazione	Comparare la forza dei muscoli cervicali flessori ed estensori e la grandezza del SECM in soggetti con cCNNP e soggetti sani.
Metodi di indagine	Ecografia (Lateral Dimension (LD) Anterior-Posterior Dimension (APD) in cm, Multiplied Linear Dimension (MLD) in cm ²) Dinamometro (maximum voluntary contractions (MVCs)) Outcome clinici: Body Mass Index
Risultati	La forza, la dimensione del SECM e il rapporto tra forza del collo e il peso corporeo, la forza degli estensori rispetto alla dimensione del SECM, la dimensione del SECM rispetto il peso corporeo e la forza dei flessori rispetto la forza degli estensori sono tutte significativamente inferiori nei pazienti rispetto ai soggetti sani (P < 0.05).
Conclusione	La forza, la dimensione del SECM e i rapporti neck-strength/body-weight, neck-extensor-strength/SECM size, SECM size/body weight e neck-flexor/extensor strength erano tutti significativamente inferiori nei pazienti rispetto ai soggetti controllo.

Riferimento	<u>Elliott JM, Pedler AR, Cowin G, Sterling M, McMahon K.</u> Spinal cord metabolism and muscle water diffusion in whiplash. <u>Spinal Cord.</u> 2012 Jun; 50(6): 474-6.
Campione	Caso: 5 soggetti con chronic whiplash (CWAD) Controllo: 7 controlli asintomatici
Intervento e Comparazione	Quantificare la diffusione veloce e lenta nell'acqua dei metaboliti (N-acetylaspartate (NAA), creatine (Cr) e choline (Cho), misurati secondo i valori dei picchi di diffusione dei metaboliti visibili) del midollo spinale e della muscolatura cervicale in un piccolo campione di pazienti con CWAD e controlli sani.
Metodi di indagine	La Risonanza magnetica spettroscopica (MRS) del midollo spinale cervicale e la diffusion-weighted imaging (DWI) del muscolo multifido cervicale Outcome clinici: NDI
Risultati	Sono stati trovati riduzioni significative dei rapporti N-acetylaspartate/creatine nei soggetti con CWAD rispetto ai controlli (p = 0.02). Sono stati trovati i coefficienti di diffusione (ADC) significativamente più alti nella diffusione veloce rispetto ai controlli (p = 0.01). Non c'era alcuna differenza di diffusione lenta ADC tra i due gruppi (p = 0,3).
Conclusione	I risultati riconoscono il potenziale valore di MRS e DWI per quantificare la presenza della degenerazione neuromuscolare come potenziale meccanismo di base del colpo di frusta cronico.

Riferimento	<u>Hallman DM, Lindberg LG, Arnetz BB, Lyskov E</u> Effects of static contraction and cold stimulation on cardiovascular autonomic indices, trapezius blood flow and muscle activity in chronic neck-shoulder pain. <u>Eur J Appl Physiol.</u> 2011 Aug; 111(8): 1725-35.
Campione	Caso: n = 23 soggetti con chronic neck-shoulder pain (CNSP) Controllo: n = 22 CON
Intervento e Comparazione	Valutare le variazioni nel muscolo trapezio per il flusso sanguigno (MBF), l'attività muscolare (ampiezza d'onda), frequenza cardiaca (HRV, bp/min) e la pressione sanguigna sistemica (BP) in soggetti con chronic neck-shoulder pain e controlli asintomatici. Questi parametri sono stati misurati durante l'esecuzione di test autonomici tra cui: condizione a riposo, static hand grip test (HGT) a max e a 30% di MCV (maximal voluntary contraction), cold pressor test (CPT, immersione mano per 3 min. in una bacinella con acqua a 3°C) e un deep breathing test (DBT, 6 respiri profondi in 1 min.).
Metodi di	Elettrocardiogramma bipolare (ECG), EMG di superficie, photo-plethysmo-graphy (PPG),

indagine	dinamometro. Scale e questionari: The Borg CR-10 scale, Neck Disability Index (NDI), Short Form Health Questionnaire (SF-36), Physical Activity Questionnaire (PA, Ekblom-Bak et al. 2010)
Risultati	Il gruppo del dolore mostra una ridotta frequenza-HRV (LF) e SDNN durante il riposo come risposta BP e una aumentata LF-HRV durante il HGT (Δ systolic 22 millimetri Hg; Δ LF (NU) il 27%) rispetto ai controlli (Δ systolic 27; Δ LF (NU) 6%). A livello locale, il gruppo dolore ha riportato un attenuato MBF al trapezio in risposta alla HGT (Caso 122% Controlli 140%) con elevata EMG del trapezio a seguito del HGT e durante CPT.
Conclusione	Solo HGT mostra differenze tra i gruppi in BP e HRV e alterazioni del MBF e EMG nel trapezio del gruppo caso. I risultati supportano l'ipotesi dell'alterazione del sistema nervoso autonomo con un coinvolgimento sistemico e locale nei soggetti con CNSP.