



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI GENOVA



Università degli Studi di Genova

Scuola di Scienze Mediche e Farmaceutiche

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

Master in Riabilitazione dei Disordini Muscoloscheletrici

A.A. 2020/2021

Campus Universitario di Savona

Meccanica respiratoria e controllo motorio cervicale, quali associazioni? Revisione sistematica della letteratura

Candidato:

Dott. Ft. Pizzetti Riccardo

Relatore:

Dott.ssa Ft. OMPT Perlo Elisa

INDICE

0	ABSTRACT	3
1	INTRODUZIONE	5
2	MATERIALI E METODI	7
2.1	OBIETTIVI	7
2.2	METODI	7
2.2.1	Criteri di eleggibilità	7
2.2.2	Fonti di informazione	7
2.2.3	Ricerca	7
2.2.4	Criteri di selezione degli studi	9
2.2.5	Processo di raccolta dati	9
2.2.6	Caratteristica dei dati	9
2.2.7	Rischio BIAS nei singoli studi	9
2.2.8	Sintesi dei risultati	10
3	RISULTATI	11
3.1	ESTRAZIONE DEGLI STUDI:	11
3.2	DESCRIZIONE DEGLI STUDI	11
3.2.1	<i>Breathing type and body position effects on sternocleidomastoid and suprahyoid EMG activity – Barrero D et al. 2005 (22).</i>	11
3.2.2	<i>Diaphragmatic amplitude and accessory inspiratory muscle activity in nasal and mouth-breathing adults: A cross-sectional study – Trevisan M et al. 2015 (23)</i>	13
3.2.3	<i>Neck and Inspiratory Muscle Recruitment during Inspiratory Loading and Neck Flexion – Derbakova A et al. 2020 (24).</i>	14
3.2.4	<i>Reflex Response to Airway Occlusion in Human Inspiratory Muscles when Recruited for Breathing and Posture – Luu B et al. 2019 (28).</i>	15
3.2.5	<i>Respiratory-Related Genioglossus Electromyographic Activity in Response to Head Rotation and Changes in Body Position – Otsuka R et al. 2000 (29).</i>	17
3.3	DESCRIZIONE DEI CAMPIONI ESAMINATI	19
3.4	DESCRIZIONE DEI METODI DI RILEVAZIONE	19
3.5	ROB – RISK OF BIAS NEI SINGOLI STUDI	19
3.5.1	<i>Barrero D. (22)</i>	19
3.5.2	<i>Trevisan M. (23)</i>	19
3.5.3	<i>Derbakova A. (24)</i>	19
3.5.4	<i>Luu B. (28)</i>	20
3.5.5	<i>Otsuka R. (29)</i>	20
3.6	SINTESE DEI RISULTATI	21
4	DISCUSSIONI	22
4.1	POSTURA E MECCANICA RESPIRATORIA	22
4.2	TASK MOTORIO E RELATIVA ATTIVAZIONE EMG	23
4.3	PATTERN RESPIRATORIO E ATTIVAZIONE EMG	23
4.4	SISTEMA DI REGOLAZIONE RIFLESSA	24
4.5	LIMITI E PUNTI DI FORZA DELLO STUDIO	24
5	CONCLUSIONI	24
6	BIBLIOGRAFIA	25
7	ALLEGATI	27
7.1	ALLEGATO A	27
7.2	ALLEGATO B	28

Meccanica respiratoria e controllo motorio cervicale, quali associazioni? Revisione sistematica della letteratura

0 ABSTRACT

Background

Il dolore cronico al collo è un disturbo multifattoriale che si accompagna a varie disfunzioni in altre regioni del corpo e può portare a cambiamenti adattivi del controllo muscoloscheletrico e motorio nella regione cervicale e nelle strutture ad essa correlate in risposta al dolore.

Nei soggetti con neck pain cronico si riscontrano spesso alterazioni del ROM cervicale, della forza e resistenza della muscolatura cervicale profonda, del timing di attivazione muscolare, della propriocezione, della postura e della meccanica respiratoria.

Il controllo motorio e la disfunzione della meccanica respiratoria sono elementi altamente presenti in pazienti con neck pain: ad oggi non è chiaro se esista o meno una relazione diretta tra loro e inoltre i deficit relativi alla meccanica respiratoria e al controllo motorio cervicale non trovano una modalità condivisa di valutazione in letteratura.

Obiettivi

Lo scopo del presente studio è quello di ricercare, tramite una revisione sistematica della letteratura, se esistano e quali siano le possibili associazioni tra meccanica respiratoria e controllo motorio cervicale in assenza della componente dolore.

Materiali e Metodi

Per rispondere a questo quesito si è svolta una ricerca bibliografica specifica da Settembre 2021 a Marzo 2022 presso le banche dati MEDLINE e Cochrane Library, utilizzando le parole chiave inerenti i principali termini chiave: “Respiratory Mechanics”, “Neck” e “Motor Control” con i rispettivi sinonimi come da definizione del MeSH. I sinonimi di ogni ambito semantico sono stati tra loro correlati tramite l’operatore booleano OR mentre i vari gruppi di sinonimi sono stati correlati tra loro tramite l’operatore AND.

Sono stati presi in esame studi di tipo osservazionale-longitudinale e cross-sectional per la ricerca delle possibili associazioni, obiettivo di questo elaborato, mentre sono state incluse meta-analisi, RCT e revisioni sistematiche per l’analisi e il confronto dei dati raccolti e la stesura delle discussioni.

Risultati

Dei 172 articoli ottenuti con la ricerca sistematica e i criteri di inclusione ed esclusione, sono stati selezionati e inclusi nella revisione 5 articoli. Dall’analisi degli articoli è emerso che non è presente rischio di BIAS ma peccano dal punto di vista qualitativo per via dei piccoli campioni di studio e l’assenza di una metodica condivisa per la valutazione dei parametri che li rende difficilmente confrontabili all’interno di una revisione qualitativa o quantitativa.

Conclusioni

La relazione “meccanica respiratoria – controllo motorio cervicale” non è ancora stata indagata in letteratura se non in funzione della componente dolore. Gli studi che prendono in esame questa relazione, in assenza del dolore, sono di ambito prevalentemente otorinico e odontoiatrico.

Le implicazioni pratiche dell’approfondimento di questa relazione potrebbero risultare utili nel trattamento di patologie muscoloscheletriche che fino ad oggi non hanno trovato chiare giustificazioni o relazioni strutturali.

1 INTRODUZIONE

La cervicalgia cronica rappresenta una delle patologie muscolo-scheletriche più comuni e ad alto impatto socioeconomico a livello mondiale con una prevalenza che varia dal 15 al 50% con un valore medio del 48% se consideriamo l'intera vita del soggetto secondo lo studio Global Burden of Disease 2016 (1). In molti casi la cervicalgia ha una remissione spontanea dei sintomi e il 50% della popolazione sperimenta almeno una volta nella vita i sintomi della cervicalgia con remissione completa o incompleta. La tendenza del dolore al collo a cronicizzare è un fattore che contribuisce all'aumento di accessi a visite mediche, del consumo di farmaci, dell'assenteismo in ambito lavorativo e di disabilità con un conseguente forte impatto in termini di costi per la salute, per l'economia e la società (1,2).

Il dolore cronico al collo è un disturbo multifattoriale che si accompagna a varie disfunzioni in altre regioni del corpo, spesso è associato a comorbidità come emicrania, mal di schiena, depressione o dolore articolare. Il CNP (Chronic Neck Pain) può portare a cambiamenti adattivi del controllo muscoloscheletrico e motorio nella regione cervicale e nelle strutture correlate in risposta al dolore (3). Gli studi hanno mostrato una diminuzione della forza e della resistenza muscolare a carico dei muscoli cervicali (3,4), range di movimento limitato (5), modelli di attivazione muscolare alterati(6), postura della testa in anteposizione (FHP – Forward Head Posture) (7), deficit propriocettivo (5) e disfunzione psicologica in pazienti con CNP (8).

Dall'analisi degli elaborati di Deborah Falla è emerso che 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. Misurazioni rilevate tramite biopsia muscolare raccontano anche un aumento significativo nella proporzione di fibre di tipo IIC (3).

In individui con dolore al collo, gli studi rilevano atrofia diffusa, pseudo ipertrofia e presenza di consistente infarcimento di grasso (MFI) dei muscoli estensori del collo (9).

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) (10).

Il dolore e la conseguente stimolazione dei nocicettori sui sistemi di controllo muscolari spinali e sovraspinali comporta la variazione del controllo feed-forward, il quale risulta alterato in entrambi i muscoli superficiali e profondi (Longus Colli e Longus Capitis: Lco e Lca rispettivamente) secondo Falla e coll. (11). Come conseguenza alle risposte morfo-funzionali al dolore, la muscolatura profonda rivela un timing ritardato e una minor produzione di forza direzione-specifica durante movimenti rapidi a carico degli arti superiori (3). 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 tasks ripetuti ed è generalmente suscettibile all'incremento dell'attività durante task che richiedono sforzo mentale (3).

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 (3). Questo potrebbe contribuire allo sviluppo della cronicità e a perpetuare la cervicalgia (3,10).

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 e in conclusione una riorganizzazione della coordinazione muscolare (9). 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 (3).

Le strette connessioni anatomiche, muscoloscheletriche e neurali della regione cervicale con il rachide toracico hanno fatto ipotizzare ad alcuni ricercatori che il CNP potesse portare a cambiamenti biomeccanici nel rachide toracico e nella gabbia toracica con conseguenti alterazioni della funzione respiratoria (12) mentre l'influenza della postura sarebbe più evidente nei soggetti con età avanzata: effettivamente a maggior età corrisponde maggior correlazione tra dolore, postura cervicale, propriocezione e controllo motorio (13).

In alcuni studi sono state riportate disfunzioni respiratorie che si manifestano come ridotta performance ai test funzionali respiratori: pressioni statiche massime, vale a dire pressioni inspiratorie ed espiratorie (MIP-Maximal Inspiratory Pressure e MEP-Maximal Expiratory Pressure), pressione parziale dell'anidride carbonica a livello ematico (Pco₂) e pattern respiratorio alterato (14–17). La forza isometrica dei muscoli estensori del collo è stata definita da Kapreli E. come un predittore comune di disfunzione respiratoria (12), mentre altri studi di Wirth B. hanno individuato come elemento predittore la debolezza dei muscoli flessori del collo (18). Secondo Kapreli e Kahlaee la compromissione delle prestazioni respiratorie e dei modelli di attivazione muscolare nei pazienti con CNP sono attribuibili allo squilibrio muscolare del collo, al dolore cronico, a fattori psicologici (19), all'influenza di farmaci e alla ridotta sezione trasversa dei muscoli cervicali – in stretta relazione con la limitazione del ROM (12).

La letteratura ad oggi, come si può evincere dalle considerazioni sopra riportate, ha indagato la regione del collo in termini di qualità e quantità del movimento, di alterazioni della meccanica respiratoria ma sempre in funzione o conseguenza del dolore. Il dolore cervicale risulta essere sempre presente negli studi ad oggi disponibili sul panorama internazionale e non vengono presi in esame soggetti se non hanno manifestato o manifestano sintomatologia algica in regione cervicale. Lo scopo del presente elaborato è quindi quello di indagare se è possibile ipotizzare la correlazione tra meccanica respiratoria e "controllo motorio" senza che sia preso in considerazione l'elemento dolore come causa scatenante di un'alterazione funzionale viste le strette connessioni finora dimostrate.

2 MATERIALI E METODI

2.1 Obiettivi

Obiettivo della presente tesi è quello di indagare, attraverso una revisione sistematica della letteratura, quali sono le attuali evidenze a supporto di possibili associazioni tra pattern respiratorio (meccanica respiratoria) e controllo motorio cervicale in soggetti adulti analizzando studi osservazionali longitudinali (coorte-caso controllo), studi cross-sectional, revisioni sistematiche e meta-analisi.

2.2 Metodi

2.2.1 Criteri di eleggibilità

Vengono presi in esame articoli redatti in lingua inglese e/o italiana che rispondo al seguente quesito diagnostico espresso dal “PEO”

P - popolazione: adulti

E - esposizione: alterazione del controllo motorio cervicale e della meccanica respiratoria

O - outcome: associazioni tra i due elementi di esposizione

Non sono stati impostati limiti in riferimento all’anno di pubblicazione degli articoli consultati.

2.2.2 Fonti di informazione

Ricerca eseguita sulle banche dati elettroniche MEDLINE e Cochrane library.

Inizio della ricerca: Settembre 2021.

2.2.3 Ricerca

L’iter di ricerca ha visto necessari alcuni passaggi preliminari come la definizione dei sinonimi di “controllo motorio” considerata l’assenza di un MeSH term condiviso in letteratura. Si è passati poi ad eseguire l’analisi degli articoli individuati tramite la stringa di ricerca e dei relativi articoli a essi correlati. Il reperimento dei full text è stato fatto, ove disponibili gratuitamente, altrimenti tramite sistema NILDE, o tramite l’iscrizione al SBBL – Sistema Bibliotecario Lombardo, o tramite il server proxy dell’Università degli Studi di Genova o contattando direttamente il ricercatore.

I termini chiave utilizzati sono: “Respiratory Mechanics”, “Neck” e “Motor Control” con i rispettivi sinonimi come da definizione del MeSH. I sinonimi di ogni ambito semantico sono stati tra loro correlati tramite l’operatore booleano OR mentre per i vari gruppi di sinonimi è stato adottato l’operatore AND.

Per la ricerca degli articoli riguardanti le alterazioni strutturali e funzionali a carico della **regione “collo”** si sono introdotte le seguenti parole chiave: *Neck; Necks; Cervical; Cervicals; Cervical Vertebrae*.

Per la **muscolatura cervicale** (superficiale e profonda) si sono introdotte le seguenti parole chiave: *upper trapezius, infrahyoid, suprahyoid, longus capitis, longus colli, multifidus cervicis, splenius capitis, rectus capitis, scalene, semispinalis cervicis, splenius cervicis, sternocleidomastoid, suboccipital*.

Per la **muscolatura respiratoria** si sono introdotte le seguenti parole chiave:

Muscle, Respiratory; Muscles, Respiratory; Respiratory Muscle; Ventilatory Muscles; Muscle, Ventilatory; Muscles, Ventilatory; Ventilatory Muscle; Diaphragms; Respiratory Diaphragm;

Diaphragm, Respiratory; Diaphragms, Respiratory; Respiratory Diaphragms; Intercostal Muscle; Muscle, Intercostal; Muscles, Intercostal.

Per la **meccanica respiratoria** si sono introdotte le seguenti parole chiave:

respiratory mechanics (MeSh); Mechanic, Respiratory; Mechanics, Respiratory; Respiratory Mechanic; Breathing Mechanics; Breathing Mechanics; Mechanic, Breathing; Mechanics, Breathing; Breathing pattern; Respiratory pattern.

Per il **controllo motorio** si sono introdotte le seguenti parole chiave:

sensorimotor; sensorimotor integration; sensorimotor function/dysfunction; sensorimotor control; motor control; motor control pattern; motor control exercise; motor control training; muscle activation pattern; muscle recruitment pattern; deep cervical extensor/flexor muscle; motor dysfunction; neck muscle activity; 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; cervical kinematic; cervical differential kinematic*; movement coordination; cervical biomec*; cervcial spine motion.*

La stringa ottenuta per la banca dati Medline è la seguente:

"((((((((neck[MeSH Terms]) OR (neck)) OR (cervical)) OR (necks)) OR (cervicals)) OR (cervical vertebrae[MeSH Terms])) OR cervical vertebrae)) AND (((((((((((((((((((((((((((((((((((((((motor control[MeSH Terms]) OR (motor control)) OR (sensorimotor)) OR (sensorimotor integration)) OR (sensorimotor function)) OR (sensorimotor dysfunction)) OR (sensorimotor control)) OR (motor control pattern)) OR (motor control exercise)) OR (motor control training)) OR (muscle activation pattern)) OR (muscle recruitment pattern)) OR (deep cervical extensor muscle)) OR (deep cervical flexor muscle)) OR (motor dysfunction)) OR (neck muscle activity)) OR (motor control strategies)) OR (neuromuscular efficiency)) OR (activity)) OR (relaxation time)) OR (endurance)) OR (contraction)) OR (strenght)) OR (fatigue)) OR (steadiness)) OR (amplitude)) OR (timing)) OR (co-activation)) OR (co-contraction)) OR (synergy)) OR (onset delay)) OR (weakness)) OR (agonist-antagonist)) OR (cervical kinematic)) OR (cervical differential kinematic*)) OR (movement coordination)) OR (cervical biomec*)) OR (cervcial spine motion))) AND (((((((((((((((((((((((((((((((((((((((cervical muscles[MeSH Terms]) OR (cervical muscles)) OR (cervical muscle)) OR (upper trapezius)) OR (infrahyoid)) OR (suprahyoid)) OR (longus capitis)) OR (longus colli)) OR (multifidus cervicis)) OR (splenius capitis)) OR (suboccipital)) OR (sternocleidomastoid)) OR (splenius cervicis)) OR (semispinalis cervicis)) OR (scalene)) OR (rectus capitis))) AND (((((((((((((((((((((((((((((((((((((((respiratory mechanics[MeSH Terms]) OR (Mechanic, Respiratory[MeSH Terms])) OR (Mechanics, Respiratory[MeSH Terms])) OR (respiratory mechanic[MeSH Terms])) OR (Breathing Mechanics[MeSH Terms])) OR (Mechanic, Breathing[MeSH Terms])) OR (Mechanics, Breathing[MeSH Terms])))) AND (((((((((((((((((((((((((((((((((((((((muscle, respiratory[MeSH Terms]) OR (Muscle, Respiratory)) OR (Muscles, Respiratory)) OR (Respiratory Muscle)) OR (Ventilatory Muscles)) OR (Muscle, Ventilatory)) OR (Muscles, Ventilatory)) OR (Ventilatory Muscle)) OR (Diaphragms)) OR (Respiratory Diaphragm)) OR (Diaphragm, Respiratory)) OR (Diaphragms, Respiratory)) OR (Respiratory Diaphragms)) OR (Intercostal Muscle)) OR (Muscle, Intercostal)) OR (Muscles, Intercostal))".*

Per il database Cochrane Library è stata utilizzata la medesima stringa di MEDLINE ma opportunamente riadattata secondo i tools guida della pagina "Advanced Search" collegando con gli opportuni operatori booleani i termini MeSh e i rispettivi sinonimi.

2.2.4 Criteri di selezione degli studi

È stata eseguita una prima revisione e scrematura degli articoli in base al titolo, poi in base alla lettura dell'abstract e in fine, per gli articoli non ancora esclusi dallo studio, è stata condotta l'analisi del full text da un singolo revisore.

Sono stati esclusi studi che prendevano in esame:

- soggetti con esito di chirurgia a livello della regione cervicale (recente o inerente la problematica indagata – Neck Pain e/o Disordini respiratori);
- soggetti con patologie respiratorie acute o croniche o ricorrenti che potessero essere elemento confondente per l'origine dell'alterazione di controllo motorio e/o del pattern respiratorio (COPD, Distrofie, Mielolesioni);
- soggetti con disturbi neurologici o a carico del sistema vestibolare/propriocettivo;
- soggetti con storia di trauma a carico della regione cervicale o reliquati ad esso riconducibili;
- donne in gravidanza;
- soggetti con diagnosi di fibromialgia, artrite reumatoide, radicolopatie o disturbi vestibolari.

I soggetti inclusi nello studio sono adulti, senza una storia di trauma recente a livello cervicale o altre patologie correlabili al distretto cervicale o al sistema respiratorio. Gli studi presi in esame sono prevalentemente di tipo osservazionale-longitudinale e cross-sectional per la ricerca delle possibili associazioni, obiettivo di questo elaborato, mentre saranno incluse meta-analisi, RCT e revisioni sistematiche per l'analisi e il confronto dei dati raccolti e la stesura delle discussioni.

2.2.5 Processo di raccolta dati

I dati sono stati estratti da un singolo esaminatore e raccolti in una tabella di contingenza con le principali caratteristiche degli studi selezionati (Caratteristiche demografiche e caratteristiche della patologia dei partecipanti, Criteri di inclusione dei trials, Tipo e caratteristiche dell'intervento, Tipo e caratteristiche del confronto, Outcomes considerati, Risultati per l'outcome di interesse, Eventuali effetti collaterali, Annotazioni su elementi a favore del RoB – risk of bias – o fattori confondenti per l'interpretazione data dagli autori).

I dati relativi agli interventi riabilitativi degli studi sono stati estratti tenendo in considerazione la check-list CERT (*Consensus on Exercise Reporting Template*)(20). Il processo di selezione ha previsto l'utilizzo della piattaforma online "Rayyan" per le diverse fasi di screening (21)

2.2.6 Caratteristica dei dati

I dati sono stati cercati secondo il PEO (Population, Exposition, Outcome) del quesito iniziale "Esistono associazioni tra meccanica respiratoria e controllo motorio cervicale?" e poi anche in base agli articoli inclusi negli studi emersi dalla ricerca sistematica (cross-referenced).

2.2.7 Rischio BIAS nei singoli studi

Per la stratificazione del rischio di BIAS è stata adottata la checklist *The Joanna Briggs Institute Critical Appraisal tools for use in JBI Systematic Review* per gli studi longitudinali cross-sectional. Scopo della presente checklist è guidare il revisore nell'elaborazione di un giudizio sugli studi analizzati al fine di stabilire il rischio di BIAS e quindi decidere se includerli o meno. Di seguito si riportano i singoli item di cui è composta la checklist come visibile per intero in allegato A.

- "I criteri di inclusione per il campione sono stati chiaramente definiti?"
- "I partecipanti allo studio e i setting sono stati descritti nel dettaglio?"
- "L'esposizione del campione è stata misurata in un modo valido e replicabile?"
- "Per le rilevazioni delle condizioni sono stati adottati criteri oggettivi e standardizzati?"
- "Sono stati identificati dei fattori di confondimento?"

- *“Sono state messe in atto strategie per fronteggiare i fattori di confondimento?”*
- *“Gli outcomes sono stati misurati secondo metodiche validate e replicabili?”*
- *“È stata condotta un’appropriata analisi statistica?”*

Per ogni item la checklist prevede 4 possibili risposte tra: Sì, No, Non esplicitato o Non valutabile. In funzione dei giudizi espressi per ogni item la checklist permette di esprimere un giudizio complessivo e di redigere dei commenti utili per la giustificazione di eventuale esclusione di uno studio.

2.2.8 Sintesi dei risultati

È stata effettuata una sintesi dei dati rilevati dai diversi studi, analizzando le similitudini e le differenze tra gli stessi attraverso una sintesi narrativa, tenendo in considerazione la rilevanza dei diversi studi sulla base della valutazione della propria qualità metodologica.

3 RISULTATI

3.1 Estrazione degli studi:

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

La ricerca estensiva ha identificato 173 studi, di questi 2 sono stati scartati poiché apparsi più di una volta, rimanendo con un totale di 171 articoli individuati tutti mediante ricerca digitale sulla piattaforma MEDLINE (PubMed) e uno, su Cochrane Library.

Uno screening preliminare è stato svolto sulla base delle informazioni ottenute da titolo e abstract arrivando a identificare 71 articoli pertinenti ed eliminarne 100 sulla base dei criteri di esclusione riportati nel paragrafo 2.2.4.

Sono stati reperiti ed esaminati, presso le banche dati online, i full text degli elaborati i cui abstracts suggerivano che i criteri di inclusione fossero stati rispettati, arrivando ad escludere altri 53 lavori. Al termine della ricerca sono risultati quindi 18 articoli rilevanti secondo i criteri di inclusione ed esclusione esposti nel capitolo precedente.

Dalla lettura dei full text si è giunti a includere definitivamente 5 articoli.

Un solo titolo è emerso dalla ricerca sistematica tramite la piattaforma Cochrane Library ma coincideva con un articolo che era stato già reperito tramite MEDLINE.

Il flusso di ricerca che sviluppa il processo di selezione degli studi ed i criteri caratterizzanti lo stesso è rappresentato in figura 10.

Tra i 13 articoli esclusi ci sono alcuni elaborati che verranno presi in esame per il capitolo delle discussioni dato che la loro esclusione è giustificata dal disegno di studio ma i contenuti affini sono utili all'analisi della realtà attuale.

3.2 Descrizione degli studi

Le informazioni sommarie di ogni articolo preso in esame nel presente elaborato sono riportate nell'allegato B. Di seguito si procede con un breve esame degli studi presi in considerazione.

3.2.1 Breathing type and body position effects on sternocleidomastoid and suprahyoid EMG activity – Barrero D et al. 2005 (22).

L'obiettivo di questo studio era di determinare quali fossero gli effetti del tipo di respirazione e della postura del corpo sull'attività elettromiografica (EMG) del muscolo sternocleidomastoideo (SCOM) e del muscolo sopraioideo. Il campione comprendeva 18 soggetti con tipo di respirazione "toracica alta" (gruppo di studio) e 15 soggetti con tipo di respirazione "costo-diaframmatica" (gruppo di controllo). Tutti gli individui avevano dentizione naturale e supporto molare bilaterale. Le registrazioni EMG a riposo e durante la deglutizione della saliva sono state effettuate posizionando elettrodi di superficie sui muscoli SCOM sinistro e sopraioideo sinistro.



Figura 1: Rilevazioni Emg

L'attività EMG è stata registrata in tre posizioni: in piedi, seduto in posizione verticale e in posizione di decubito laterale. I soggetti con tipo di respirazione costale superiore hanno mostrato un'attività EMG sopraioidea a riposo significativamente più alta rispetto ai soggetti con respirazione definita "costo-diaframmatica" in tutte le posizioni del corpo studiate (modello misto con matrice di covarianza non strutturata). Nella posizione di decubito laterale, entrambi i tipi di respirazione hanno mostrato un'attività EMG dello SCOM significativamente più alta a riposo e durante la

deglutizione della saliva. I muscoli sopraioidei hanno dimostrato un'attività EMG significativamente più elevata a riposo e in posizione di decubito laterale (modello misto con matrice di covarianza non strutturata).

Il processo di selezione e collocamento dei soggetti che rispettavano i criteri di selezione è stato condotto da tre operatori esperti e tale processo è stato ritenuto valido e concluso solo in presenza dell'unanimità dei giudizi. Solo in 2 casi su 33 non è stato raggiunto un verdetto unanime che definisse il tipo di respirazione adottata dai soggetti e quest'ultimi sono stati esclusi dallo studio.

Dai risultati dello studio è emerso che

- età e sesso non hanno influenza sull'attività EMG di SCOM e Sopraioideo;
- la postura corporea non sembra essere un fattore determinante le variazioni di attività elettromiografica dei muscoli del collo (SCOM e Sopraioideo);
- la posizione di decubito laterale è l'unica che ha determinato maggior attività EMG, in modo significativo, sia a riposo sia durante la deglutizione di entrambi i muscoli analizzati;
- Il pattern respiratorio non ha influenza sul grado di attività dei muscoli analizzati: si osserva una maggiore attività EMG sia dello SCOM che del Sopraioideo in decubito laterale.

Considerando i due pattern respiratori non è emersa alcuna differenza di attività EMG tra SCOM e Sopraioideo durante la deglutizione.

Tuttavia, l'attività di questi muscoli risulta essere maggiore durante la deglutizione di saliva rispetto alla condizione di riposo: la possibile spiegazione, secondo gli autori, sta nel fatto che lo SCOM ha un ruolo indiretto nella stabilità di mandibola e il Sopraioideo ha un ruolo diretto nella gestione dell'osso ioide durante l'atto della deglutizione, in particolare il Sopraioideo ha un livello di attività 4 volte superiore durante la deglutizione rispetto alla condizione di riposo.

In questo studio si è osservato un effetto significativo della postura sullo SCOM ma che non dipende dal pattern respiratorio. Indipendentemente dalla meccanica respiratoria lo SCOM ha maggior attività in decubito laterale rispetto all'ortostasi e alla posizione seduta eretta. La variazione dalla posizione supina a quella di decubito laterale determina una modulazione differenziale dei motoneuroni dello SCOM. La diversa attività dei motoneuroni dello SCOM può essere dovuta alle afferenze vestibolari e visive determinate anche dal riflesso tonico del collo e dai recettori della pelle. Il fatto che lo SCOM sia un muscolo con il ruolo principale di stabilizzatore del capo è supportato dal fatto che l'attività EMG è maggiore durante l'inspirazione a riposo e durante la deglutizione in decubito laterale rispetto alla posizione supina in entrambi i pattern respiratori.

L'effetto della postura corporea è risultato essere significativo anche in funzione del muscolo Sopraioideo che mostra una maggior attività EMG a riposo se il soggetto ha un tipo di respirazione "toracica-alta" rispetto ai soggetti con "respiro diaframmatico-basso" in qualsiasi postura.

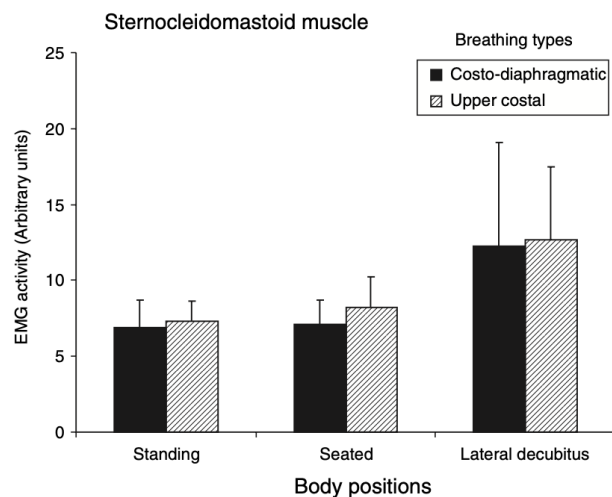


Fig. 2. Bar graph showing the group mean value of resting sternocleidomastoid EMG activity recorded in the costo-diaphragmatic and upper costal breathing type subjects, in the standing, seated, and lateral decubitus body positions.

3.2.2 Diaphragmatic amplitude and accessory inspiratory muscle activity in nasal and mouth-breathing adults: A cross-sectional study – Trevisan M et al. 2015 (23)

Obiettivo di questo studio era misurare la differenza di ampiezza nell'attività EMG dei muscoli inspiratori accessori e del Diaframma in soggetti con respiro nasale (NB – Nasal Breathing) e soggetti che respirano con la bocca (MB – Mouth Breathing). Gli autori giustificano lo scopo della loro indagine sottolineando che in soggetti MB spesso si osservano alterazioni posturali del capo, come l'atteggiamento di capo anteposto (FHP – Forward Head Posture), e si chiedevano se queste potessero determinare alterazioni dell'attività ventilatoria della gabbia toracica e/o motoria del capo. Secondo altri autori citati nello stesso studio, la tendenza al MB porterebbe a conseguenze anche in termini di maggior attività della muscolatura accessoria dell'inspirazione, respiro tipicamente toracico escludendo la componente diaframmatica e una minor capacità di esercizio funzionale con ripercussioni sulla qualità di vita (QOL – Quality Of Life).

Lo studio è stato condotto su 77 volontari, 39 (28 donne e 11 uomini) collocati nel gruppo NB e 38 (25 donne e 13 uomini) nel gruppo MB, con un'età media rispettivamente di $22,6 \pm 2,9$ e $22,7 \pm 3,5$ anni (media \pm dev. st). I risultati riportati dagli autori dicono che:

- l'attività EMG dei muscoli inspiratori accessori non differiva tra i gruppi MB e NB a riposo e a LTC (Lung Total Capacity – massima capacità polmonare), ad eccezione del muscolo UT (Upper Trapezius) sinistro che presentava un'attività significativamente maggiore a LTC nel gruppo MB. Tuttavia, questo risultato aveva un potere statistico basso (34%). In altri test (Sniff, PNIF e MIP) l'attività dello SCOM era sempre inferiore nel gruppo MB.
- Il valore medio del MIP nel gruppo MB era significativamente inferiore rispetto al gruppo NB.
- Nella valutazione del DA (Diaframma), in tutti i test è stata osservata un'ampiezza inferiore nel gruppo MB, con differenze significative in TV (Tidal Volume – volume corrente) e LTC.

Per riassumere quindi, gli autori hanno osservato che negli adulti il MB ha comportato un minore reclutamento dei muscoli inspiratori accessori durante l'inspirazione rapida e un'ampiezza inferiore del movimento diaframmatico rispetto alla respirazione nasale (NB). La postura del capo anteposto (FHP) si riscontra spesso nel paziente MB e induce all'elevazione del torace a causa di un uso eccessivo dello SCOM, diminuendo l'efficacia del Diaframma con una sostanziale alterazione della biomeccanica di collo e torace. Inoltre si è osservato che in posizione di FHP i muscoli accessori sono in svantaggio meccanico per svolgere il loro compito di stabilizzatori del rachide cervicale.

3.2.3 Neck and Inspiratory Muscle Recruitment during Inspiratory Loading and Neck Flexion – Derbakova A et al. 2020 (24).

Scopo di questo studio era misurare e confrontare il livello di attivazione dei muscoli respiratori accessori e primari – Diaframma, Scaleni (SA), Sternocleidomastoideo (SCOM), Intercostali parasternali (PS) – in due compiti diversi: la flessione intermittente sub-massimale del collo (INF) e l'aumento della soglia di carico inspiratorio (ITL) fino ad esaurimento in soggetti adulti sani. L'indagine è stata condotta su un gruppo piuttosto contenuto di individui: 12 adulti con età compresa tra 18 e 30 anni, 6 uomini e 6 donne, che rispettavano i criteri di inclusione finalizzati a escludere eventuali fattori di confondimento per gli obiettivi dello studio.

I dati rilevati per la valutazione dei soggetti sono di natura elettromiografica (RMS – Root Mean Square e MPF – Median Power Frequencies), PROMs (Patient Related Outcome Measures) per il grado di affaticamento (BORG RPE) e dispnea (BORG Dyspnea), e spirometrici (MIP – Maximal Inspiratory Pressure).

Dai risultati dello studio emerge che:

- La RMS per tutti i muscoli (SA, SCOM, PS) è stata maggiore durante INF rispetto all'ITL, gli unici a differire sono i muscoli della gabbia toracica che hanno maggior attivazione durante ITL;
- La RMS non cambia in modo significativo nel tempo durante ITL;
- Esprimendo il grado di attivazione dei muscoli in funzione della % di MIP raggiunta, la richiesta inspiratoria (ITL) determina un grado di attivazione dei muscoli minore rispetto al task di flessione intermittente sub-massimale del collo (INF);

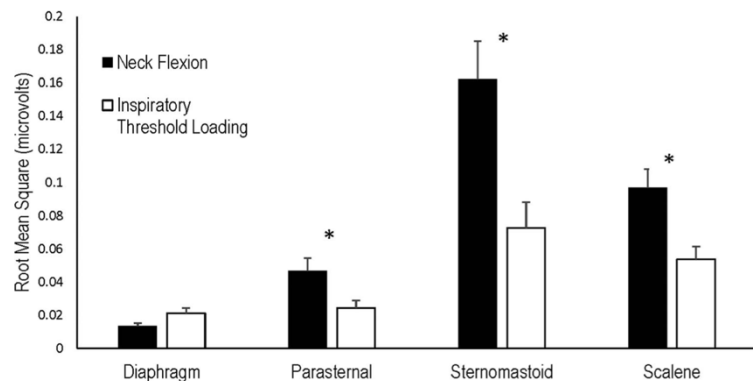


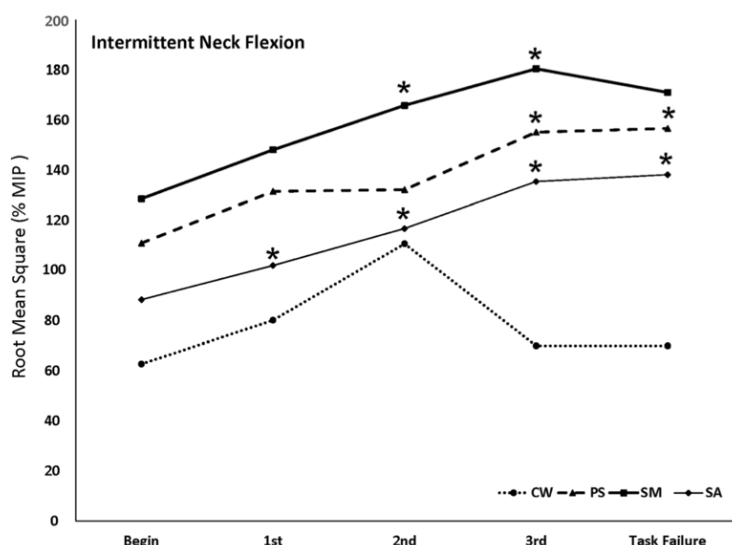
Figura 3 ↑: RMS media, * = differenza con $P < 0.03$ tra ITL e INF

Figura 4 ↓: Variazione media RMS (%MIP) durante INF. * = $\Delta P < 0.05$

- La MPF è diminuita in modo significativo tra l'inizio del task ITL e il punto di esaurimento in 3 dei 4 muscoli analizzati, mentre nell'INF non c'è stata alcuna variazione statisticamente significativa;
- Le valutazioni secondo scala Borg al punto di fallimento erano 3,9 volte maggiori nel compito inspiratorio (ITL) rispetto all'INF con anche una frequenza cardiaca più alta del 4,6% e maggior pressione arteriosa media.

La novità di questi risultati non è solo dovuta al confronto unico di questi due

tipi di esercizi, ma anche che il carico sub-massimale al 50% della MIP ha consentito una maggiore durata e un minor stress metabolico, più aerobico sulla muscolatura reclutata rispetto ai protocolli precedenti (25–27).



In conclusione, l'INF sub-massimale evoca una maggiore attivazione dei muscoli primari dell'inspirazione (PS e SA) e un muscolo accessorio maggiore dell'inspirazione (SCOM) rispetto all'ITL. Dato che i valori t_{lim} sono stati prolungati (38,1 e 26,3min rispettivamente per ITL e INF), le richieste metaboliche su questi muscoli potrebbero essere state paragonabili e stressare il metabolismo aerobico in misura considerevole agendo sulla fatica percepita; in particolare, le valutazioni Borg erano inferiori del 74% durante INF rispetto a ITL. La capacità di reclutare i muscoli inspiratori utilizzando un esercizio meno stressante dimostra il potenziale da utilizzare come metodo di allenamento per mantenere o aumentare la massa muscolare in varie condizioni che richiedono un aumento delle prestazioni ventilatorie come potrebbe essere lo svezzamento dalla ventilazione meccanica. Questo tipo di esercizio potrebbe essere più facile da implementare rispetto all'allenamento muscolare inspiratorio in coloro che sono meno in grado di cooperare a causa del deterioramento cognitivo o della sedazione. Va notato che il diaframma non è stato attivato in misura maggiore durante INF rispetto a ITL, sebbene l'MPF differisse significativamente. Sulla base delle esigenze del singolo paziente, l'INF può essere considerato complementare piuttosto che alternativo agli interventi che allenano maggiormente il diaframma.

3.2.4 Reflex Response to Airway Occlusion in Human Inspiratory Muscles when Recruited for Breathing and Posture – Luu B et al. 2019 (28).

In questo studio è stato indagato l'effetto dell'attività non respiratoria sulla risposta riflessa a brevi occlusioni improvvise delle vie aeree nei muscoli inspiratori umani. L'idea di base nasce dal concetto che l'occlusione breve delle vie aeree durante l'inspirazione produce un'inibizione riflessa a breve latenza nei muscoli inspiratori. Questo riflesso di occlusione sembra specifico dei muscoli respiratori, tuttavia non è noto se l'inibizione riflessa abbia un effetto uniforme su un pool di motoneuroni quando un muscolo viene reclutato contemporaneamente per la respirazione e un compito posturale. In questo studio, i partecipanti erano seduti con lo schienale reclinato a 60° e respiravano attraverso un boccaglio che occludeva il flusso d'aria inspiratoria per 250 ms a una soglia di volume di 0,2 litri. La risposta riflessa è stata misurata nei muscoli Scaleni e Sternocleidomastoideo (SCM) durante 1) una condizione di controllo con la testa supportata nello spazio, appoggiata a un cuscino, e quindi i muscoli venivano reclutati solo per la respirazione; 2) una condizione "posturale" con la testa non supportata dal cuscino e i flessori del collo reclutati sia per respirare sia per il controllo del capo; e 3) una condizione di aumentata richiesta ventilatoria portando la soglia del volume a 0,8 - 1,0 litri per aumentare l'attività muscolare inspiratoria ma con la testa supportata per escludere il task posturale.

Lo studio è stato condotto su un campione di 30 soggetti, reclutati secondo criteri che escludessero eventuali fattori di confondimento, di età compresa tra 21 e 59 anni. Nel paragrafo materiali e metodi vengono ben descritti i setting relativi al task "respiratorio" e a quello "posturale", i metodi di rilevazione sia per la componente spirometrica che per l'attività elettromiografica in modo da evitare i fattori di confondimento tipici di queste rilevazioni (fenomeno del cross-talk).

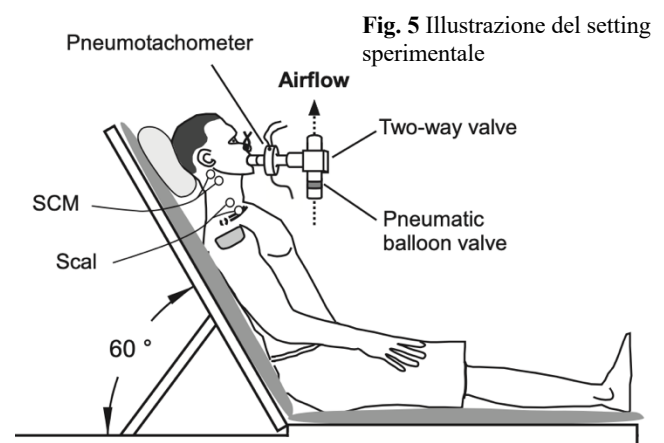


Fig. 5 Illustrazione del setting sperimentale

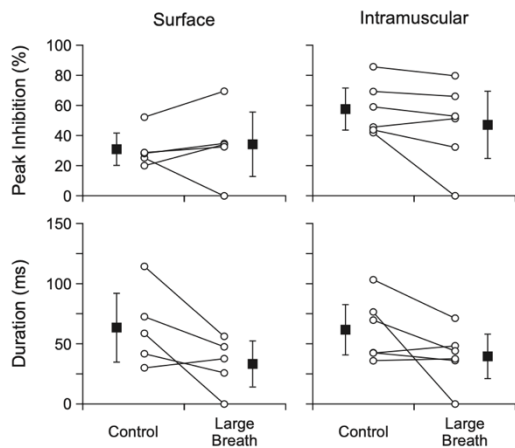


Fig. 6. Amplitude and duration of the reflex response in the large-breath condition. Group mean (■) data are shown with 95% confidence intervals for the reflex response to airway occlusion in scalenes. Individual data are represented by circles with surface and intramuscular electromyogram (EMG) measurements for all participants. The normalized peak amplitudes of the inhibitory responses are reported in Table 3. Note: there were no significant differences between conditions.

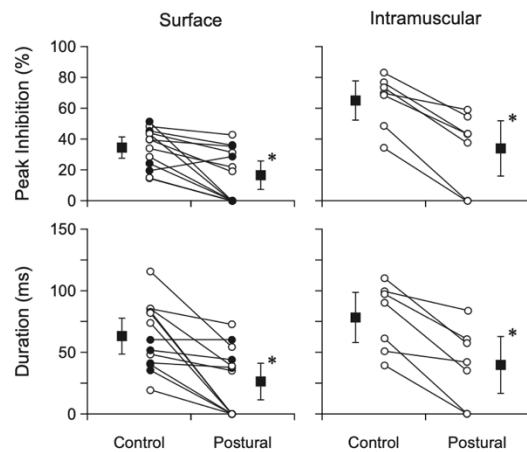


Fig. 7. Amplitude and duration of the reflex response in the postural condition. Group mean (■) data are shown with 95% confidence intervals for the reflex response to airway occlusion in the scalene muscles. The normalized amplitudes of the inhibitory responses are reported in Table 2. Individual data are shown here for participants with both surface and intramuscular electromyogram (EMG) measurements (○) or surface EMG alone (●). *Significantly different from control condition.

I risultati mostrano che l'inibizione riflessa nei muscoli scaleni non era uniforme attraverso il pool di motoneuroni quando il muscolo veniva reclutato contemporaneamente per la respirazione e il controllo posturale. Il riflesso ha avuto un effetto maggiore sui motoneuroni guidati dalla respirazione rispetto a quelli reclutati per mantenere la postura del capo: quando il compito motorio richiedeva il reclutamento concomitante per il respiro e la postura si osserva una riduzione del 50% della risposta riflessa rispetto alla condizione di controllo. Sia i dati dell'EMG di superficie sia quelli intramuscolari ad ago hanno mostrato che l'ampiezza normalizzata dell'inibizione riflessa era significativamente inferiore nella condizione posturale rispetto alla condizione di controllo ($P < 0,002$ superficie; $P < 0,001$ intramuscolare), con la risposta inibitoria approssimativamente dimezzata quando l'attività posturale era presente (Fig. 7). Il rapporto tra le ampiezze normalizzate dell'inibizione riflessa tra le condizioni di respiro ampio e di controllo era ~ 1 quando calcolato in media sulle misure EMG di superficie e intramuscolare: ciò significa che il raddoppio dell'attività EMG degli Scaleni attraverso una maggiore spinta inspiratoria ha portato a un aumento di circa il doppio dell'ampiezza assoluta della risposta inibitoria. In confronto, il rapporto tra le ampiezze normalizzate dell'inibizione riflessa tra le condizioni posturali e di controllo era 0,5 in entrambe le misure EMG. La durata della risposta inibitoria inoltre è stata significativamente più breve con l'attivazione posturale rispetto alla condizione respiratoria.

Gli autori ritengono opportuno ipotizzare che il riflesso di occlusione non produca un effetto uniforme attraverso il pool di motoneuroni e che gli input afferenti per questo riflesso molto probabilmente agiscono attraverso reti intersegmentali di "pre-motoneuroni" piuttosto che direttamente a livello del motoneurone. È interessante notare che la presenza di una risposta riflessa nello SCOM indica che il riflesso di occlusione si estende anche ai muscoli che normalmente non esibiscono attività respiratoria ritmica in eupnea purché funzionino come muscolo accessorio all'inspirazione.

3.2.5 Respiratory-Related Genioglossus Electromyographic Activity in Response to Head Rotation and Changes in Body Position – Otsuka R et al. 2000 (29).

Lo scopo di questo studio era di valutare l'effetto dei cambiamenti nelle posizioni del corpo e della testa sull'attività respiratoria del muscolo genioglossa in soggetti normali in 8 posizioni: 1) tronco eretto con testa dritta, 2) tronco eretto con testa ruotata a destra, 3) tronco eretto con testa ruotata a sinistra, 4) supino con testa dritta, 5) supino con testa ruotata a destra, 6) supino con testa ruotata a sinistra, 7) decubito laterale a destra e 8) decubito laterale a sinistra.

Il muscolo genioglossa (GG) è il principale protrusore della lingua, il suo rilassamento e la sua contrazione influenzano sostanzialmente le dimensioni antero-posteriori delle vie aeree superiori, in particolare l'orofaringe e l'ipofaringe. Gli autori giustificano il loro obiettivo di studio citando diversi elaborati che hanno dimostrato come la postura del capo, la posizione mandibolare, il pattern respiratorio, e la posizione del corpo inducano cambiamenti nell'attività elettromiografica (EMG) del muscolo GG nell'uomo sveglio. Inoltre, una diminuzione dell'attività GG EMG correlata al sonno spiegherebbe in parte il rilassamento della lingua nello spazio faringeo che può causare disturbi respiratori legati al sonno come l'apnea ostruttiva notturna (OSA). Sebbene sia noto che i cambiamenti nella posizione del capo sul piano sagittale, cioè la flessione e l'estensione del collo, influenzano la funzione delle vie aeree superiori, si sa molto meno per quanto riguarda l'effetto dei cambiamenti nella posizione della testa sul piano orizzontale, ovvero la rotazione del capo, sulla funzione delle vie aeree superiori. È stato dimostrato che la rotazione della testa altera i tempi e il modello della ventilazione corrente a riposo del neonato.

Il presente studio è stato condotto su 10 volontari maschi con un'età media di $27,1 \pm 1,66$ anni e un indice di massa corporea medio di $22,0 \pm 2,27$ kg/m². Sono stati esclusi dallo studio i soggetti con disturbi o infezioni respiratorie in corso, soggetti che assumevano farmaci in grado di influenzare l'attività muscolare e soggetti con gravi disarmonie scheletriche orofacciali.

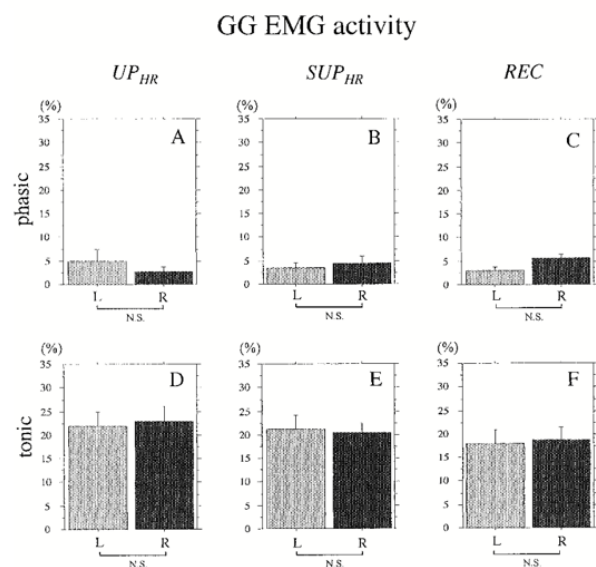


Figura 8 Comparisons of phasic (A–C) and tonic (D–F) GG EMG activity during head rotation to left (L) and right (R). GG EMG activity is standardized to the maximum value during tongue protrusion in the upright position. UP_{HR} indicates upright position with head rotated; SUP_{HR}, supine position with the head rotated; REC, lateral recumbent position; and NS, not significant. Vertical bars indicate standard errors.

I ricercatori di questo studio hanno osservato che la rotazione della testa ha indotto riduzioni significative dell'attività GG EMG fasica sia in posizione eretta che supina e dell'attività GG EMG tonica in posizione supina. Sia le attività fasiche che quelle toniche dell'EMG GG sono diminuite significativamente quando i soggetti si sono spostati dalla posizione supina al decubito laterale. Gli autori discutono, in base ai risultati ottenuti, su quali possano essere i fattori influenzanti come ad esempio lo stato di veglia/sonno, la posizione corporea e quindi l'influenza della forza di gravità sulle vie aeree superiori o eventuali risposte riflesse come il riflesso tonico del collo in risposta a una stimolazione propriocettiva. All'interno dell'articolo ci sono anche discussioni in merito a quali circuiti, corticali o sottocorticali, influenzino maggiormente la respirazione durante e in risposta ai cambi posturali. Dalle osservazioni condotte, secondo gli autori ci sono stati notevoli cambiamenti nell'attività del GG EMG in risposta alla rotazione della testa e ai cambiamenti nella posizione del corpo (figura 8).

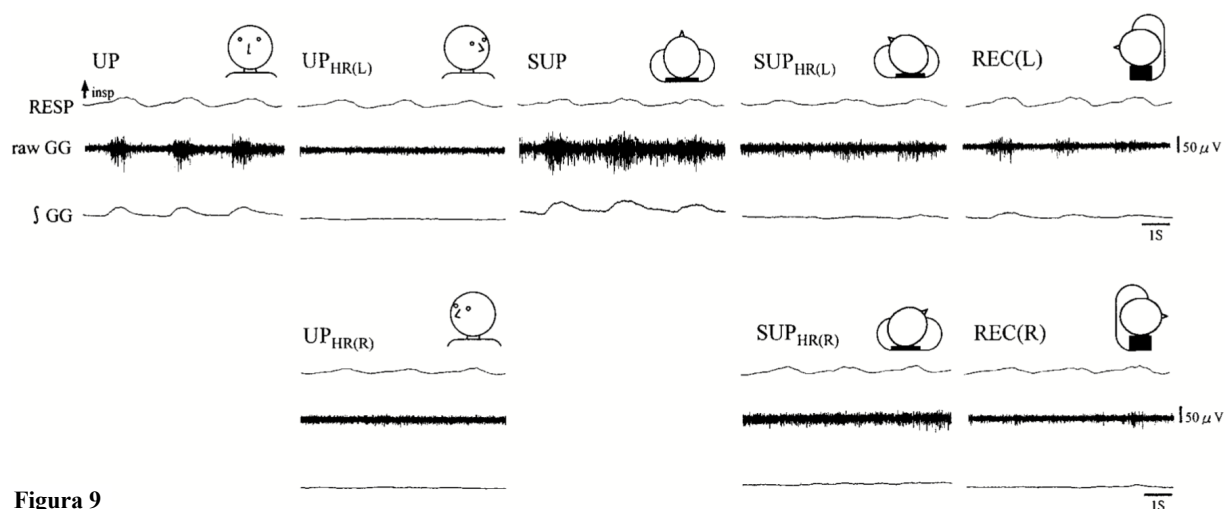


Figura 9

FIGURE 1. Typical simultaneous recordings of chest wall movement (RESP) and raw (raw GG) and integrated (BENTLINE GG) GG EMG activities. Arrow indicates inspiration. Insets schematically show direction of the head in both upright and supine positions and direction of the body in supine position. UP indicates upright position; UP_{HR(L)}, upright position with head rotated left; UP_{HR(R)}, upright position with head rotated right; SUP, supine position; SUP_{HR(L)}, supine position with head rotated left; SUP_{HR(R)}, supine position with head rotated right; REC(L), lateral recumbent position to left; and REC(R), lateral recumbent position to right.

La figura 9 mostra una tipica registrazione simultanea del movimento della parete toracica e dell'attività GG EMG quando un soggetto ruotava la testa e cambiava la posizione del corpo. L'attività GG EMG fasica è stata registrata durante l'inspirazione in posizione eretta: quando il soggetto ha ruotato la testa a sinistra, l'attività GG EMG fasica è quasi scomparsa. L'attività fasica del muscolo genioglosso è diminuita significativamente quando i soggetti hanno ruotato la testa e si sono spostati dalla posizione supina al decubito laterale. Si conclude quindi che l'attività del muscolo genioglosso è modulata in risposta alla rotazione della testa e ai cambiamenti nella posizione del corpo. Gli autori del presente studio sottolineano come siano necessarie ulteriori indagini per spiegare le risposte osservate nel loro elaborato.

3.3 Descrizione dei campioni esaminati

Gli studi presi in esame includono un totale di 162 soggetti volontari. I campioni esaminati dai 5 studi non sono tra loro paragonabili in quanto si tratta di studi cross-sectional con obiettivi di studio tra loro differenti.

3.4 Descrizione dei metodi di rilevazione

Il metodo di indagine negli studi presi in considerazione si divide tra parametri che prevedono:

- la rilevazione dell'attività EMG di superficie e ad ago di specifici muscoli in specifiche posizioni e funzioni sia in termini quantitativi (ampiezza del segnale EMG; MPF – median Power Frequencies; RMS – Root Mean Square) sia qualitativi (timing di attivazione, coordinazione);
- parametri di autovalutazione per la funzionalità del rachide cervicale (NDI – Neck Disability Index);
- parametri spirometrici (MVV, MIP – Maximal Inspiratory Pressure, MEP – Maximal Espiratory Pressure, Sniff, PNIF)

3.5 ROB – Risk Of Bias nei singoli studi

Come accennato nel capitolo dei materiali e metodi, per l'analisi del risk of bias nei singoli studi è stata utilizzata la checklist fornita dal Johanna Briggs Institute (JBI) per le relative tipologie di studio analizzate. Nella Tabella 1 sono riportate tutte le valutazioni per ogni studio.

3.5.1 Barrero D. (22)

Nel capitolo 3.2.1 è stato accennato al metodo di valutazione e reclutamento del campione per lo studio in analisi. Nonostante il procedimento e i criteri di valutazione siano stati ben descritti, quella analizzata risulta essere una metodica che pecca in termini di oggettività e parametri ben definiti e misurabili che potrebbero rendere poco efficace qualsiasi risultato ottenuto dal presente studio. L'elaborato di Barrero D. e colleghi è stato incluso consapevoli del rischio di bias sopra esposto ma consci anche del fatto che rappresenta un utile fonte di informazioni tra i pochi studi presenti in letteratura a sostegno del nostro oggetto di indagine.

3.5.2 Trevisan M. (23)

Nel presente studio, gli unici aspetti che lasciano sospettare un rischio di BIAS sono la mancata considerazione dei fattori di confondimento per quanto riguarda la metodica di rilevazione dell'elettromiografia di superficie, come il fenomeno del cross-talk: gli autori pur dimostrando di essere consapevoli dell'esistenza di questo rischio non esplicitano il fatto di aver messo in atto delle strategie opportune. In ogni caso la metodologia di valutazione, i criteri di inclusione e l'analisi statistica sono stati ben esposti nel dettaglio e non rappresentano un motivo di rischio di BIAS, motivo per cui lo studio è stato incluso come riportato in Tabella 1.

3.5.3 Derbakova A. (24)

Lo studio risulta essere condotto in modo esemplare per quanto riguarda le valutazioni strumentali e il rispetto delle metodiche di analisi dei risultati. Tutte le procedure di valutazione del campione sono opportunamente descritte in appositi sottoparagrafi così come per l'analisi dei risultati ottenuti. Non viene fatta esplicita menzione a tecniche per ovviare a fattori di contesto relativi alle rilevazioni elettromiografiche ma si potrebbe intendere che siano state considerate in modo implicito dal paragrafo in cui si descrive la procedura.

3.5.4 Luu B. (28)

Lo studio rispetta tutte le voci della checklist, comprese anche le strategie per far fronte a eventuali fattori di confondimento, in particolare nelle metodiche di rilevazione EMG.

3.5.5 Otsuka R. (29)

Dall'analisi dello studio non sono emersi possibili fattori riconducibili a rischio di bias. Come riportato in tabella 1 non sono stati presi in considerazione eventuali fattori di confondimento e di conseguenza non sono state attuate strategie per evitare che le rilevazioni fossero influenzate da questi.

Tabella 1 Report delle ROB Checklists

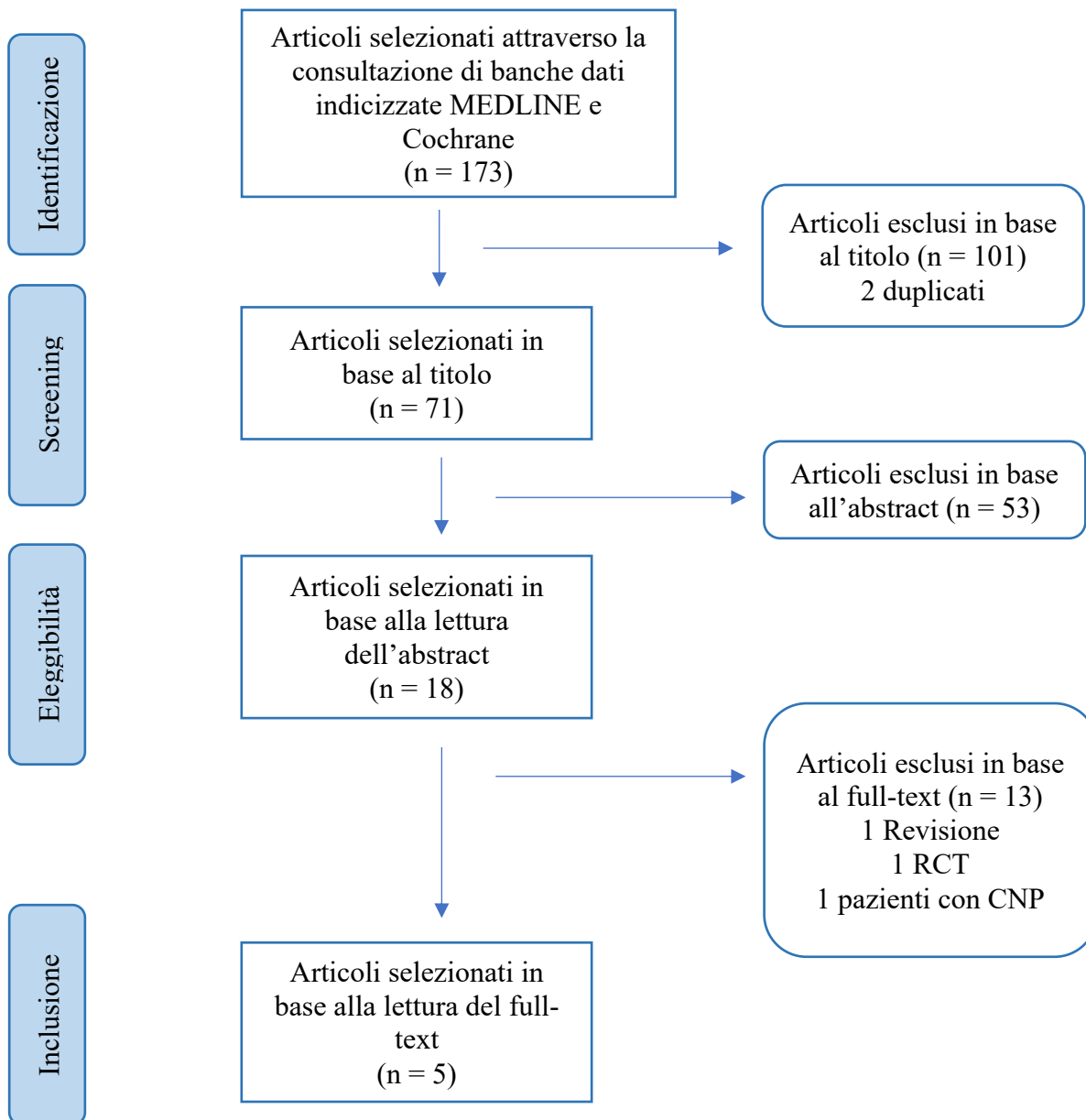
Study/Author	Barrero D, 2005 (22)	Trevisan M, 2015 (23)	Derbakova A, 2020 (24)	Luu B, 2019 (25)	Otsuka R, 2000 (26)
Clear criteria for inclusion	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Clear description of subjects and setting	yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Measurement of exposure	Unclear	Yes	Yes	Yes	Yes
Standardised measurement	Yes	Unclear	Yes	Yes	Yes
Identification of confounding factors	No	No	Yes	Yes	No
Strategies against confounding factors	No	No	Unclear	Yes	No
Valid and reliable measures	No	Yes	Yes	Yes	Yes
Appropriate statistical analysis	Unclear	Yes	Yes	Yes	Yes
Overall appraisal	Include	Include	Include	Include	Include

3.6 Sintesi dei risultati

Dall'analisi della letteratura condotta prima della revisione sistematica è emerso che le relazioni "meccanica respiratoria e dolore" e "controllo motorio e dolore" sono ampiamente studiate e dimostrate nel panorama scientifico internazionale. I risultati della presente revisione dimostrano e sottolineano invece che la relazione "controllo motorio e meccanica respiratoria" non è ancora stata indagata e non sono presenti studi che soddisfano questa richiesta.

I 5 studi inclusi dimostrano che, nonostante sia stata accettata la stretta relazione tra strutture del collo e la funzionalità respiratoria, in letteratura non è ancora stata presa in considerazione l'ipotesi di approfondire la possibile relazione diretta tra la meccanica respiratoria e il controllo motorio cervicale in assenza della componente "dolore".

Figura 10: Diagramma di flusso per la selezione degli articoli.



4 DISCUSSIONI

Analizzando i risultati ottenuti in questa revisione sistematica la principale riflessione verte sul fatto che attualmente in letteratura non è ancora stata indagata la relazione tra meccanica respiratoria e controllo motorio cervicale. Il diagramma di flusso rappresentato in figura 10 mostra chiaramente la difficoltà incontrata nel reperire studi che rispettassero il quesito del presente elaborato. L'analisi dei singoli studi inclusi, condotta nei paragrafi 3.2, ci offre la possibilità di dimostrare come gli articoli attualmente presenti sulle principali banche dati non analizzino il binomio respirazione – controllo motorio cervicale se non in funzione della componente “dolore”.

La figura qui sotto (Fig. 11) riassume in maniera chiara e schematica la situazione attuale emersa dalla revisione sistematica della letteratura. La principale limitazione è risultata essere il reperimento di elaborati che non comprendessero la componente dolore quando invece, in una prima ricerca non-sistematica della letteratura per l'organizzazione della presente revisione, l'inclusione del “dolore” nella stringa ha portato a numerosi studi affini al nostro disegno di studio.

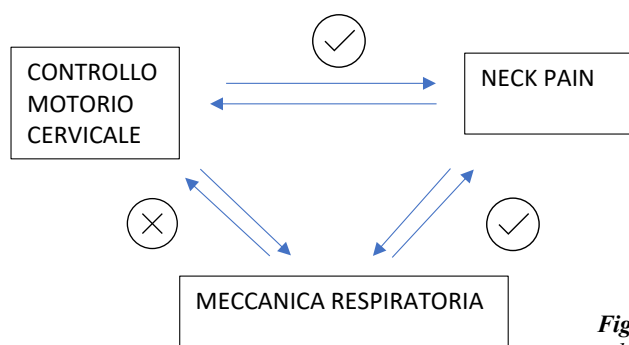


Figura 11 Diagramma riassuntivo delle relazioni ad oggi presenti in letteratura

Analizzando i 5 studi inclusi nella presente revisione emerge il fatto che in altri ambiti diversi dalla fisioterapia, come l'odontoiatria o l'otorinolaringoiatria, la relazione tra controllo motorio cervicale e meccanica respiratoria sia già oggetto di studio – anche se alle prime fasi – e questo fa riflettere sul fatto che noi, specialisti del movimento a 360°, non abbiamo ancora approfondito uno schema motorio tanto complesso quanto automatico, naturale ed essenziale per la vita di tutti i giorni. Si tratta di articoli di bassa qualità, con campioni non significativi e metodiche di valutazione e rilevamento dati ancora troppo eterogenee e non confrontabili al momento attuale.

I pochi articoli inclusi trattano le seguenti tematiche: Postura e meccanica respiratoria; Pattern respiratorio e attivazione EMG; Task motorio e relativa attivazione EMG; Sistema di regolazione su base riflessa.

4.1 Postura e meccanica respiratoria

Barrero D (22) e Otsuka R (29) nei loro studi giungono alla medesima conclusione sulla relazione “postura e attività EMG della muscolatura cervicale”: il principale fattore determinante la variazione dell'attività elettromiografica della muscolatura cervicale, che svolge sia ruolo posturale che respiratorio, è la postura – o meglio la variazione di postura – e non il pattern respiratorio. Nei due studi presi in considerazione si parla dei muscoli SCOM, Sopraioideo e Genioglosso (GG) ma gli effetti osservati non sono generalizzabili né confrontabili tra loro considerata l'elevata eterogeneità dei disegni e degli obiettivi di studio. In entrambi i casi sopracitati, così come negli altri tre studi inclusi nella revisione, non si giunge a una chiara e definitiva conclusione, stiamo assistendo alla definizione delle fondamenta per lo studio di una relazione ancora inesplorata che si dimostra

sempre più ricca di interconnessioni tra sistemi differenti che condizionano le risposte che stiamo cercando di analizzare. Barrero D. e colleghi, a tal proposito, ritengono che lo SCOM abbia una duplice funzionalità, respiratoria e posturale, ma che considerate le risposte alle due tipologie di stimolazioni, esso abbia una natura prevalentemente posturale. Differenti invece sono le considerazioni fatte da Otsuka R. et al. in merito alla postura e al muscolo GG: è la variazione di postura del capo o del corpo in toto a determinare la variazione di attività EMG, probabilmente, a detta degli autori, la giustificazione più plausibile è la risposta alla variazione della componente gravitazionale che ha una forte influenza sul livello di pervietà delle alte vie aeree nelle diverse posizioni.

4.2 Task motorio e relativa attivazione EMG

Una possibile spiegazione in merito al grado di attivazione EMG nelle differenti attività cui sono chiamati i muscoli “cervico-respiratori” viene dal recente studio condotto da Derbakova et al. (24). Dal loro elaborato, già presentato nel paragrafo 3.2.3, emerge che i tasks respiratorio (ITL) e posturale/motorio (INF) determinano differenti livelli di attivazione EMG, diversi livelli di potenza e di conseguenza una diversa risposta di affaticamento a parità di % di sforzo richiesto (misurato come MIP – Maximal Inspiratory Pressure). Il comportamento dei medesimi muscoli – SCOM, PS, SA, Diaframma – descritto in funzione di due compiti differenti, ha permesso al gruppo di studio di evidenziare come sia necessario prendere in considerazioni diversi parametri fisiologici e psicometrici per poter meglio giudicare le conseguenze di un task motorio da quelle di un altro. Derbakova e coll. in particolare non si sono limitati a considerare dati EMG, come la RMS o la MPF – essenziali per quantificare in modo oggettivo l’impegno e il tipo di fibre coinvolte, ma hanno anche indagato lo sforzo percepito dai soggetti tramite scala Borg 0-10: è interessante notare come nel compito ITL ci sia minor attività EMG, maggior perdita di MPF e soprattutto una maggior percezione di sforzo secondo la scala Borg, ben 3,9 volte rispetto a INF. Una delle possibili giustificazioni avanzata dal gruppo di ricerca è che il task di controllo motorio (INF) offra maggior opportunità di compenso tramite altri muscoli co-protagonisti del compito indagato e di conseguenza ci sia un minor sovraccarico, una minor affaticabilità e percezione dello sforzo localmente... ma tutto questo deve necessariamente far parte di un programma motorio superiore ben consolidato e frutto di innumerevoli interconnessioni di cui non si conoscono ancora i dettagli. Al momento, il *take home message* dell’autore è che conoscere il diverso comportamento dei medesimi muscoli, per differenti compiti, ci permette di implicare un task o l’altro in funzione dell’obiettivo riabilitativo senza indurre ulteriore affaticamento in soggetti già decondizionati o poco collaboranti.

4.3 Pattern respiratorio e attivazione EMG

Barrero D (22) e Trevisan M (23) giungono alla medesima conclusione secondo cui il pattern respiratorio non avrebbe una diretta influenza sul grado di attività EMG della muscolatura cervico-respiratoria. L’unico risultato corredato di una discreta rilevanza statistica, tenendo sempre in considerazione i campioni notevolmente ridotti degli studi analizzati, è quello di Trevisan e coll. in cui si ritiene che la respirazione con la bocca (MB), responsabile di una maggior attivazione dello SCOM, sia correlata a una postura tipicamente alterata col capo in anteposizione (FHP – Forward Head Position). Le giustificazioni più plausibili riconducono sempre alla duplice natura del muscolo SCOM che si troverebbe in condizione di svantaggio meccanico per la flessione del rachide cervicale dovendo svolgere sia il compito respiratorio, in modo costante e non fasico, sia quello posturale.

4.4 Sistema di regolazione riflessa

Luu B e coll. (28) hanno condotto uno studio che ha contribuito alla comprensione dei possibili meccanismi che stanno alla base del sistema di regolazione della muscolatura cervico-respiratoria. Le conclusioni del loro studio si rifanno maggiormente a degli interrogativi su quali reti interneurali siano alla base del controllo motorio e respiratorio di una muscolatura dalla duplice funzionalità. Gli autori ritengono che i riflessi siano un mezzo di comunicazione tra quello cervicale e altri subsistemi. Aver riconosciuto nelle reazioni alle ostruzioni indotte il riflesso tonico del collo (aggiustamenti posturali anche sugli AAll in funzione dei movimenti del corpo rispetto al capo) e il riflesso cervico-collico (CCR – la posizione del capo rispetto al tronco in base agli allungamenti della muscolatura del collo, sensibile a piccole variazioni) ha portato gli autori a chiedersi se i riflessi stessi siano inclusi in sistemi di controllo pre-ordinati da reti inter-neurali superiori.

4.5 Limiti e punti di forza dello studio

Diversi sono i limiti di questo studio. Il principale limite alla presente revisione è sicuramente l'esiguo numero di articoli inclusi, o meglio includibili, per via della carenza osservata in letteratura di articoli che rispondessero al nostro quesito; di conseguenza anche l'eterogeneità degli articoli e dei relativi campioni rappresenta un forte limite da tenere in considerazione così come la loro bassa qualità. Un possibile punto di forza è il fatto che sia una prima revisione sistematica, narrativa, che esplora la relazione tra meccanica respiratoria e controllo motorio cervicale avvicinando la fisioterapia anche a diversi settori specialistici come l'otorinolaringoiatria, l'odontoiatria e la pneumologia.

5 CONCLUSIONI

Dalla presente revisione sistematica emerge che la relazione "meccanica respiratoria – controllo motorio cervicale" non è ancora stata indagata in letteratura se non in funzione della componente dolore. Gli studi che prendono in esame questa relazione, in assenza del dolore, sono di ambito prevalentemente otorinico e odontoiatrico.

Le implicazioni pratiche dell'approfondimento di questa relazione potrebbero risultare utili nel trattamento di patologie muscoloscheletriche che fino ad oggi non hanno trovato chiare giustificazioni o relazioni strutturali. Le metodiche di trattamento che ne scaturirebbero rappresenterebbero delle notevoli opportunità di ricondizionamento della persona, anche in forma di auto-trattamento sfruttando il riallenamento della muscolatura cervico-respiratoria che non necessita di attrezzature particolari.

6 BIBLIOGRAFIA

1. Vos T, Allen C, Arora M, Barber RM, Brown A, Carter A, et al. Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 310 diseases and injuries, 1990–2015: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015. *The Lancet*. 2016;388(10053).
2. López-de-Uralde-Villanueva I, Sollano-Vallez E, del Corral T. Reduction of cervical and respiratory muscle strength in patients with chronic nonspecific neck pain and having moderate to severe disability. *Disability and Rehabilitation*. 2018;40(21).
3. Falla D, Farina D. Neuromuscular adaptation in experimental and clinical neck pain. Vol. 18, *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2008.
4. Strimpakos N. The assessment of the cervical spine. Part 2: Strength and endurance/fatigue. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. 2011;15(4).
5. Strimpakos N. The assessment of the cervical spine. Part 1: Range of motion and proprioception. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. 2011;15(1).
6. Falla D, Bilenkij G, Jull G. Patients with chronic neck pain demonstrate altered patterns of muscle activation during performance of a functional upper limb task. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2004;29(13).
7. Silva AG, Punt TD, Sharples P, Vilas-Boas JP, Johnson MI. Head Posture and Neck Pain of Chronic Nontraumatic Origin: A Comparison Between Patients and Pain-Free Persons. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2009;90(4).
8. Mäntyselkä P, Lupsakko T, Kautiainen H, Vanhala M. Neck-shoulder pain and depressive symptoms: A cohort study with a 7-year follow-up. *European Journal of Pain*. 2010;14(2).
9. O’leary S, Falla D, Elliott JM, Jull G. Muscle dysfunction in cervical spine pain: Implications for assessment and management. In: *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*. 2009.
10. Falla D, Farina D. Neural and muscular factors associated with motor impairment in neck pain. Vol. 9, *Current Rheumatology Reports*. 2007.
11. Falla D. Unravelling the complexity of muscle impairment in chronic neck pain. *Manual Therapy*. 2004;9(3):125–33.
12. Kapreli E, Vourazanis E, Strimpakos N. Neck pain causes respiratory dysfunction. *Medical Hypotheses*. 2008;70(5).
13. Arimi SA, Ghamkhar L, Kahlaee AH. The relevance of proprioception to chronic neck pain: A correlational analysis of flexor muscle size and endurance, clinical neck pain characteristics, and proprioception. *Pain Medicine (United States)*. 2018;19(10).
14. Dimitriadis Z, Kapreli E, Strimpakos N, Oldham J. Hypocapnia in patients with chronic neck pain: Association with pain, muscle function, and psychologic states. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2013;92(9).
15. Kapreli E, Vourazanis E, Billis E, Oldham JA, Strimpakos N. Respiratory dysfunction in chronic neck pain patients. A pilot study. *Cephalalgia*. 2009;29(7).
16. Perri MA, Halford E. Pain and faulty breathing: A pilot study. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. 2004;8(4).
17. Dimitriadis Z, Kapreli E, Strimpakos N, Oldham J. Respiratory weakness in patients with chronic neck pain. *Manual Therapy*. 2013;18(3).
18. Wirth B, Amstalden M, Perk M, Boutellier U, Humphreys BK. Respiratory dysfunction in patients with chronic neck pain - Influence of thoracic spine and chest mobility. *Manual Therapy*. 2014;19(5).

19. Kahlaee AH, Ghamkhar L, Arab AM. The Association between Neck Pain and Pulmonary Function: A Systematic Review. Vol. 96, American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation. 2017.
20. Slade SC, Dionne CE, Underwood M, Buchbinder R, Beck B, Bennell K, et al. Consensus on exercise reporting template (Cert): Modified delphi study. Physical Therapy. 2016;96(10).
21. Ouzzani M, Hammady H, Fedorowicz Z, Elmagarmid A. Rayyan-a web and mobile app for systematic reviews. Systematic Reviews. 2016 Dec 5;5(1).
22. Ba R R E R O D. Breathing type and body position effects on sternocleidomastoid and suprahyoid EMG activity. Vol. 32, Journal of Oral Rehabilitation. 2005.
23. Trevisan ME, Boufleur J, Soares JC, Haygert CJP, Ries LGK, Corrêa ECR. Diaphragmatic amplitude and accessory inspiratory muscle activity in nasal and mouth-breathing adults: A cross-sectional study. Journal of Electromyography and Kinesiology. 2015 Jun 1;25(3):463–8.
24. Derbakova A, Khuu S, Ho K, Lewis C, Ma T, Melo LT, et al. Neck and Inspiratory Muscle Recruitment during Inspiratory Loading and Neck Flexion. Medicine and Science in Sports and Exercise. 2020 Jul 1;52(7):1610–6.
25. Hart N, Hawkins P, Hamnegård CH, Green M, Moxham J, Polkey MI. A novel clinical test of respiratory muscle endurance. European Respiratory Journal. 2002;19(2).
26. Sales AT do N, Fregonezi GADF, Ramsook AH, Guenette JA, Lima INDF, Reid WD. Respiratory muscle endurance after training in athletes and non-athletes: A systematic review and meta-analysis. Vol. 17, Physical Therapy in Sport. 2016.
27. Hart N, Nickol AH, Cramer D, Ward SP, Lofaso F, Pride NB, et al. Effect of severe isolated unilateral and bilateral diaphragm weakness on exercise performance. American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine. 2002;165(9).
28. Luu BL, Mcbain RA, Taylor JL, Gandevia SC, Butler JE. Reflex response to airway occlusion in human inspiratory muscles when recruited for breathing and posture. J Appl Physiol [Internet]. 2019;126:132–40. Available from: <http://www.jappp.org>
29. Otsuka R, Ono T, Ishiwata Y, Kuroda T. Respiratory-Related Genioglossus Electromyographic Activity in Response to Head Rotation and Changes in Body Position [Internet]. Vol. 70, Angle Orthodontist. 2000. Available from: <http://meridian.allenpress.com/angle-orthodontist/article-pdf/70/1/63/1375723/0003-3219>

7 ALLEGATI

7.1 ALLEGATO A

JBI CRITICAL APPRAISAL CHECKLIST FOR ANALYTICAL CROSS SECTIONAL STUDIES

Reviewer _____ Date _____

Author _____ Year _____ Record Number _____

	Yes	No	Unclear	Not applicable
1. Were the criteria for inclusion in the sample clearly defined?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Were the study subjects and the setting described in detail?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Was the exposure measured in a valid and reliable way?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Were objective, standard criteria used for measurement of the condition?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Were confounding factors identified?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Were strategies to deal with confounding factors stated?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Were the outcomes measured in a valid and reliable way?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Was appropriate statistical analysis used?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Overall appraisal: Include Exclude Seek further info

Comments (Including reason for exclusion)

7.2 ALLEGATO B

Riferimento	Ba R R E R O, D. (2005). Breathing type and body position effects on sternocleidomastoid and suprahyoid EMG activity. In <i>Journal of Oral Rehabilitation</i> (Vol. 32).
Campione	18 soggetti con respiro toracico alto; 15 soggetti con respiro costo-diaframmatico
Intervento e Comparazione	cross-sectional
Metodi di indagine	EMG di superficie dei muscoli SCOM (sternocleidoccipitomastoideo) e Sopraioidei in 3 posizioni: ortostasi, seduta eretta, decubito laterale
Conclusione	L'attività EMG di entrambi i muscoli è maggiormente influenzata dalla postura piuttosto che dal pattern respiratorio.
Riferimento	Trevisan, M. (2015). Diaphragmatic amplitude and accessory inspiratory muscle activity in nasal and mouth-breathing adults: A cross-sectional study. <i>Journal of Electromyography and Kinesiology</i> , 25(3), 463–468. https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2015.03.006
Campione	38 mouth-breathing (MB group) and 38 nasal-breathing (NB group) adulti, Età 18 - 30 anni di entrambi i sessi
Intervento e Comparazione	cross-sectional
Metodi di indagine	Resp: MIP, Sniff test, PNI (peak nasal inspiratory flow); MSK: EMG, MVC durante flessione del capo (SCOM) ed elevazione delle spalle (UT).
Conclusione	Negli adulti, il MB ha comportato un minore reclutamento dei muscoli inspiratori accessori durante l'inspirazione rapida e un'ampiezza inferiore del movimento diaframmatico rispetto alla respirazione nasale (NB). La postura del capo anteposto (FHP - Forward Head Posture) è spesso osservata nel paziente MB e induce elevazione del torace a causa di un uso eccessivo del muscolo SCM, diminuendo l'efficacia del muscolo diaframma con una sostanziale alterazione della biomeccanica di collo e torace. In posizione di FHP i muscoli accessori sono in svantaggio meccanico per svolgere il loro compito di stabilizzatori del rachide cervicale
Riferimento	Derbakova, A. (2020). Neck and Inspiratory Muscle Recruitment during Inspiratory Loading and Neck Flexion. <i>Medicine and Science in Sports and Exercise</i> , 52(7), 1610–1616. https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002271
Campione	12 soggetti sani
Intervento e Comparazione	randomized, crossover, repeated-measures design
Metodi di indagine	EMG di superficie per i muscoli SA (scaleni), SCOM, PS (Intercostali parasternali) e il DIA (diaframma)
Conclusione	L'INF (intermittent neck flexion) submassimale evoca una maggiore attivazione dei muscoli primari dell'inspirazione (PS e SA) e un muscolo accessorio maggiore dell'inspirazione (SM) rispetto all'ITL (inspiratory treshold load)
Riferimento	Luu, B. L. (2019). Reflex response to airway occlusion in human inspiratory muscles when recruited for breathing and posture. <i>J Appl Physiol</i> , 126(1), 132–140. https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00841.2018 . Briefly
Campione	30 soggetti sani (11 F, 19 M), età 21-59 anni.
Intervento e Comparazione	inspiratoria dei mm del collo); capo non supportato quindi è richiesta una duplice attivazione dei mm del collo sia posturale che inspiratoria; solo inspiratoria ma con un target di volume che implicasse una notevole attivazione dei mm inspiratori (large breath 0,8-1 litro).
Metodi di indagine	EMG di superficie per i muscoli SA (scaleni) e SCOM
Conclusione	Il reclutamento dei muscoli SA e SCOM allo stesso tempo sia per inspirazione sia per controllo posturale del capo comporta una riduzione del 50% del riflesso di inibizione in risposta a una breve occlusione delle vie aeree in inspirazione. Questo riflesso intacca molto più i muscoli respiratori che quelli posturali: gli scaleni e lo SCOM hanno duplice natura ma dallo studio emerge che gli scaleni hanno un ruolo più respiratorio mentre gli SCOM più posturale.
Riferimento	Otsuka, R. (2000). Respiratory-Related Genioglossus Electromyographic Activity in Response to Head Rotation and Changes in Body Position. In <i>Angle Orthodontist</i> (Vol. 70, Issue 1). http://meridian.allenpress.com/angle-orthodontist/article-pdf/70/1/63/1375723/0003-3219
Campione	10 soggetti volontari, M, età media 27.1 +/- 1.66
Intervento e Comparazione	8 posizioni del corpo e della testa: (1) corpo eretto con testa dritta, (2) corpo eretto con testa ruotata a destra, (3) corpo eretto con testa ruotata a sinistra, (4) corpo supino con testa dritta, (5)) corpo supino con testa ruotata a destra, (6) corpo supino con testa ruotata a sinistra, (7) decubito laterale destro e (8) decubito laterale sinistro.
Metodi di indagine	EMG di superficie per il muscolo GG (Genioglossa: modulatore della sezione delle vie aeree superiori)
Conclusione	L'attività del muscolo Genioglossa è modulata in funzione della rotazione del capo e del cambio di posizione del corpo.