



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI GENOVA



Università degli Studi di Genova

Facoltà di medicina e Chirurgia

Master in Riabilitazione dei Disturbi Muscoloscheletrici

A.A. 2009/2010

Campus Universitario di Savona

In collaborazione con Master of Science in Manual Therapy

Vrije Universiteit Brussel



RETRAINING DELL'EQUILIBRIO E DELLA PROPRIOCEZIONE NEL PAZIENTE CON DISORDINI CERVICALI

Candidato:

Dr. Ft Pisati Jacopo

Relatore:

Dott.ssa Ft OMT Gattuso Serena

INDICE

ABSTRACT.....	2
INTRODUZIONE.....	3
1. SISTEMI INTEGRATI PROPRIOCETTIVO, VESTIBOLARE E VISIVO.....	3
2. STABILIZZAZIONE CERVICALE.....	5
• FUNZIONE DEL SOTTOSISTEMA ATTIVO A LIVELLO CERVICALE.....	7
• DISFUNZIONI DEL SISTEMA MUSCOLARE ASSOCIATE A NECK PAIN.....	8
• VALUTAZIONE DEL CONTROLLO MOTORIO.....	16
MATERIALI E METODI.....	21
RISULTATI.....	22
DISCUSSIONE.....	27
CONCLUSIONI.....	28
BIBLIOGRAFIA.....	30

ABSTRACT

BACKGROUND: c'è stata negli ultimi anni un'intensa attività nell'indagare l'efficacia delle varie modalità di trattamento per i disturbi cervicali, molti studiosi hanno spostato l'attenzione dall'aspetto tipicamente manuale a quello del controllo neuromuscolare, focalizzando le ricerche sul ruolo della muscolatura profonda del collo nella stabilizzazione cervicale e nella genesi del "neck pain".

OBIETTIVI: l'obiettivo di questa tesi è una revisione della letteratura per estrapolare le evidenze più recenti sul ruolo e l'efficacia del retraining propriocettivo e dell'equilibrio del paziente affetto da disturbi cervicali.

RISORSE DATI: per trovare gli studi clinici da analizzare in questa tesi, sono stati utilizzati i database informatici Pubmed e PEDro.

METODI DI REVISIONE: sono stati selezionati studi RCT degli ultimi 5 anni (maggio 2006-maggio 2011) che:

- riguardassero il trattamento riabilitativo dei pazienti affetti da dolore cervicale;
- comparassero differenti metodiche di trattamento o programmi riabilitativi;
- studi con punteggio PEDro scale ≥ 5

Dagli studi trovati sono stati esclusi:

- quelli che non prendevano in considerazione trainings riabilitativi
- quelli che prevedevano esercizi anche di altri distretti corporei, oltre a quello superiore
- quelli che prendevano in considerazione solo patologie vestibolari non correlate a neck pain
- quelli che prendevano in considerazione interventi chirurgici o strumenti di stabilizzazione passivi

I termini utilizzati per la ricerca sono stati : (neck pain OR neck disorders OR whiplash) AND (neuromuscular adaptation OR sensorimotor system OR proprioception OR joint position sense OR head eye coordination OR gaze stability OR postural control OR standing balance OR neck stabilization OR head repositioning accuracy OR motor control rehabilitation OR proprioceptive exercise OR visuovestibular training)

RISULTATI: dalla ricerca sono emersi 12 articoli di cui 6 sono stati scartati perché non rientravano nei criteri di selezione e 6 RCT presi in esame.

CONCLUSIONI: dalla revisione emerge l'efficacia dell'esercizio terapeutico e della riabilitazione vestibolare nel ridurre il dolore e la disabilità percepita nei soggetti affetti da dolore cervicale e nel migliorare stabilità ed equilibrio. E' stata dimostrata la maggiore efficacia del training dei muscoli flessori profondi, rispetto a quello dei muscoli flessori cervicali nel produrre un effetto immediato di ipoalgesia locale, nel mantenimento della postura neutra e della stabilità del tratto superiore, nel ridurre l'attivazione dei flessori superficiali (SCM e SA) durante l'esecuzione dell'esercizio.

INTRODUZIONE

I disturbi del collo sono tra i più comuni e costosi problemi di salute nei paesi industrializzati, secondi solo al back pain. La prevalenza nella popolazione di almeno un episodio di dolore cervicale nell'arco della vita risulta essere del 66%, di ricorrenti episodi di dolore o di durata superiore a sei mesi del 14% nella popolazione adulta¹. Dopo il dolore, i sintomi più frequentemente associati al dolore cervicale cronico sono l'instabilità e il deficit di equilibrio.

1. SISTEMI INTEGRATI PROPRIOCETTIVO, VESTIBOLARE E VISIVO

I recettori cervicali hanno importanti ed abbondanti connessioni con gli apparati vestibolare, visuouditivo e con il sistema nervoso centrale. Disfunzioni di questi recettori, in soggetti con disordini cervicali, possono alterare le normali afferenze e quindi il controllo sensomotorio.

La propriocezione é basata su segnali afferenti dai meccanocettori di legamenti, articolazioni, muscoli e cute. L'informazione propriocettiva, in particolare quella dei fusi neuromuscolari, ha un ruolo fondamentale nel controllo motorio dei movimenti coordinati e della stabilità articolare e contribuisce in ogni momento alla correzione del movimento in atto (controllo feedback). Questa informazione è indispensabile alle funzioni superiori per la costruzione e l'aggiornamento dello schema corporeo, per fornire le condizioni iniziali dell'atto motorio, per la pianificazione dei programmi motori (feedforward), per l'apprendimento motorio e la calibrazione degli altri sistemi sensoriali. La distorsione di questa informazione può influenzare negativamente la normale percezione del corpo, il controllo e la coordinazione dei movimenti agendo a diversi livelli del sistema nervoso centrale². L'importanza del controllo sensomotorio, della postura eretta e del movimento di testa e occhi da parte del rachide cervicale è evidenziata dall'abbondanza di meccanocettori presenti a questo livello e dalle loro connessioni con i sistemi visivo, vestibolare e nervoso centrale³.

Nella regione cervicale la densità dei fusi nella muscolatura profonda è elevata, in particolare a livello suboccipitale. Le afferenze cervicali sono coinvolte in tre riflessi che influenzano la stabilità del capo, degli occhi e posturale: il riflesso cervico-cervicale(CCR), cervico-oculare(COR) e tonico del collo (TNR). Questi riflessi lavorano congiuntamente ad altri e si integrano con i sistemi vestibolare e visuouditivo. Il riflesso CCR attiva i muscoli del collo in

risposta ad un allungamento per stabilizzare il rachide cervicale e proteggerlo da rotazioni eccessive. Il riflesso COR lavora insieme al riflesso vestibolo-oculare (VOR) e optocinetico che agiscono sulla muscolatura estrinseca dell'occhio per mantenere la visione nitida durante il movimento. Questo riflesso è evocato dallo stiramento della muscolatura cervicale ed è importante sia per la stabilità che per l'orientamento dello sguardo. Il riflesso TNR è integrato con il riflesso vestibolo-spinale per mantenere la stabilità posturale.

Le afferenze cervicali inoltre hanno una proiezione diretta ai nuclei vestibolari mediale e laterale ed al collicolo superiore, centro riflesso per la coordinazione tra vista e movimenti del collo^{4, 5}.

Il sistema vestibolare è responsabile di diversi riflessi che servono al corpo per compensare i movimenti del capo e per la percezione dello spazio. I nuclei vestibolari integrano i segnali provenienti dagli organi vestibolari con altri segnali provenienti dal midollo spinale, dal cervelletto e dal sistema visivo.

Il tratto vestibolo-spinale mediale, che origina dalla parte mediale dei nuclei vestibolari, è il tratto efferente più importante per il rachide cervicale e trasmette impulsi attivati dalla stimolazione dei canali semicirculari. Su questo meccanismo si basa il riflesso vestibolo-cervicale(VCR) che riceve a sua volta input dai meccanocettori cervicali. Il VCR è relazionato anche al movimento della testa nello spazio assieme al CCR. Il comportamento del VCR è simile a quello del CCR, ma risponde a movimenti veloci del collo. Il controllo posturale dipende dall'integrazione di questi due riflessi⁴⁻⁶.

La vista ha un ruolo dominante nel guidare i movimenti. Il sistema posturale visivo consiste in 3 diversi sistemi: il sistema a lento inseguimento, il sistema saccadico e il sistema optocinetico.

Il primo stabilizza le immagini a lento scorrimento sulla fovea. Il sistema saccadico è responsabile dei movimenti sincroni, piccoli e veloci, di entrambi gli occhi durante la variazione del punto di fissazione. Il sistema optocinetico stabilizza le immagini su tutta la retina quando tutto il campo visivo si muove. Anche la posizione del capo in relazione al resto del corpo e al movimento oculare deve essere integrata in modo tale da assicurare una visione nitida durante il movimento. Questo è assicurato dall'interazione tra il VOR e il COR. Il COR, in presenza di condizioni disfunzionali, diventa più attivo e può essere utilizzato per diagnosticare un'alterazione della propriocezione a livello del rachide cervicale superiore.

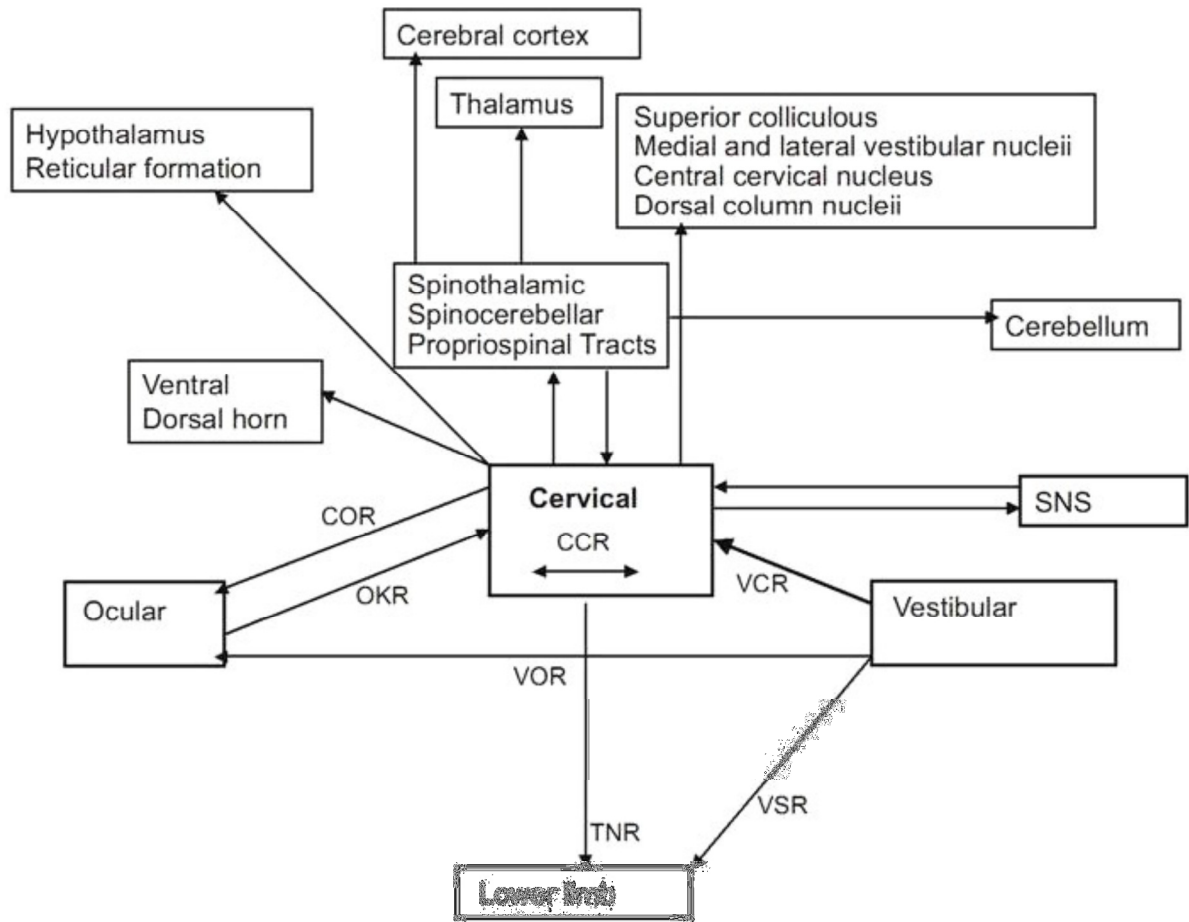


Fig 1 - Connessioni centrali e riflessi associati alle afferenze cervicali: CCR= riflesso cervico-cervicale, COR= riflesso cervico-oculare, OKR= riflesso optocinetico, VOR= riflesso vestibolo-oculare, VCR = riflesso vestibolo-cervicale, TNR = riflesso tonico del collo, VSR= riflesso vestibolo-spinale.

2. STABILIZZAZIONE CERVICALE

La stabilità, presupposto indispensabile per l'integrità delle strutture articolari e peri-articolari, è una delle caratteristiche meccaniche più importanti del rachide, frutto dell'azione integrata di quelli che Panjabi definisce come i tre sistemi di controllo: *passivo, attivo e neurale*.

Panjaby M.
Sottosistema passivo : le vertebre, i dischi intervertebrali e i legamenti
Sottosistema attivo : i muscoli e tendini
Sistema di controllo neuromuscolare : il sistema nervoso centrale e i nervi

Questi determinano le richieste di stabilità spinale, monitorando i vari input sensoriali afferenti, e inviano segnali al sistema muscolare, proprio per dare risposta a tali bisogni di stabilità.

Si ritiene che la disfunzione di uno di essi possa pregiudicare il controllo della stabilità.

Sebbene il concetto “stabilità articolare” sia ancora da definire, in letteratura è frequente ritrovare delle definizioni di “instabilità”. Panjabi descrive l’instabilità vertebrale come

*“l’incapacità dei sistemi di stabilizzazione della colonna vertebrale di mantenere la posizione neutra delle articolazioni intervertebrali all’interno dei limiti fisiologici, così che non si verifichino deformità significative, deficit neurologici o dolore inabilitante”*⁷. Egli definisce “la zona neutra” quella regione di movimento intervertebrale attorno alla posizione neutra dove resistenze molto piccole sono date dal sistema passivo della colonna spinale. Inoltre prosegue affermando che essa sembra sia clinicamente una misura importante della stabilità funzionale del rachide.

Il sistema osteo-legamentoso (passivo) contribuirebbe per il 20% alla stabilità meccanica del rachide cervicale, mentre il rimanente 80% sarebbe a carico della muscolatura, sotto il controllo del sistema neurale (Panjabi et al. 1998). Tenendo presente che la posizione neutra e quella intermedia vengono comunemente assunte durante i gesti e le posture della vita quotidiana, in presenza di lesioni o patologie che interessino il tratto cervicale, si intuisce come il ruolo della muscolatura nel mantenimento della stabilità, si faccia ancor più importante che nella norma⁸.

Tra i muscoli flessori del collo, i flessori profondi (DCF, deep cervical flexors) sono stati identificati come fondamentali per il controllo della stabilità del tratto cervicale.

- FUNZIONE DEL SOTTOSISTEMA ATTIVO A LIVELLO CERVICALE

Il rachide cervicale è circondato da un complesso sistema muscolare responsabile della statica e della dinamica del capo e del collo. A causa delle differenze morfologiche tra i diversi strati muscolari, i vari muscoli hanno azione diversa.

Si ritiene che i muscoli flessori profondi, il lungo del capo ed il lungo del collo, rivestano un ruolo importante nel controllo degli elementi spinali, ruolo non sostenibile dagli altri muscoli anteriori, più superficiali, come lo sternocleidomastoideo (SCM) e lo scaleno anteriore (AS), che hanno la funzione di mobilizzatori⁹.

o ANTERIORMENTE

- *Il lungo del collo* è il più profondo dei muscoli anteriori del rachide cervicale e si estende dall'arco anteriore dell'atlante fino alla terza vertebra dorsale(Kapandji ,1999). La sua contrazione avvicina i punti estremi ed estende il rachide cervicale nella contrazione simmetrica, lo flette lateralmente nella contrazione unilaterale. Soprattutto stabilizza le ultime vertebre cervicali ancorandosi con i processi trasversi delle prime vertebre dorsali, contrastando la naturale tendenza al cedimento anteriore del tratto cervicale, indotto dal peso della testa e dall'azione dei potenti muscoli estensori, quindi può essere considerato il più importante stabilizzatore locale anteriore del rachide cervicale⁹.

-*Il lungo del capo* inserendosi sui processi delle ultime 4 vertebre cervicali, sulla 1° dorsale e in alto sul margine posteriore e sull'apice del processo mastoideo del temporale, non solo stabilizza il capo ma agisce inclinandolo o estendendolo secondo l'azione simultanea o isolata dei due ventri.

- *Gli scaleni*, sono 3 muscoli tesi sulla faccia antero-laterale del rachide cervicale, uniscono le apofisi traverse delle vertebre cervicali alla prima e alla seconda costa.

La loro azione è principalmente dinamica come mobilizzatori: flettere il rachide cervicale su quello dorsale, (rachide cervicale stabilizzato del lungo del collo),e solo in parte come stabilizzatori (globali): stabilizzano il collo aumentandone la lordosi⁵.

o POSTERIORMENTE

-*Multifido*, muscolo profondo del rachide cervicale che collega i processi spinosi ai processi trasversidelle ultime 4 vertebre cervicali. La sua azione è quella di estendere e ruotare il capo dal lato opposto. E' considerato un grande stabilizzatore locale nella zona lombare (Hides 1996) ; negli ultimi anni è stato dimostrato una riduzione del trofismo del multifido a livello cervicale in soggetti affetti da dolore cervicale cronico(Fernandez et al 2008).

o LATERALMENTE

-*Sternocleidomastoideo*, è un muscolo della regione antero-laterale del collo che origina, come dice il nome stesso, da due capi, il capo sternale ed il capo clavicolare. Il capo sternale origina dalla parte alta della faccia anteriore del manubrio dello sterno; il capo clavicolare origina dal quarto mediale della faccia superiore della clavicola. Questi due capi si inseriscono con un tendine comune a livello del processo mastoideo dell'osso temporale e del terzo laterale della linea nucale superiore. Se il lungo del collo svolge la sua funzione di stabilizzatore, gli sternocleidomastoidei sono i *veri mobilizzatori*, contraendosi simultaneamente determinano una flessione del rachide cervicale su quello dorsale e una flessione del rachide cervicale superiore su quello inferiore. Flette e inclina lateralmente la testa, facendola ruotare dal lato opposto⁵.

• DISFUNZIONI DEL SISTEMA MUSCOLARE ASSOCIATE A NECK PAIN

Secondo Falla et al. il dolore cervicale è associato ad un danno della funzione muscolare¹⁰. Molti altri studiosi hanno dimostrato la presenza di un deficit di forza e di resistenza nella contrazione isometrica dei muscoli del collo e del capo, in persone con disordini cervicali¹¹. Gli studi elettromiografici hanno confermato un'alterata attività¹²⁻¹⁵ e una grande faticabilità dei muscoli cervicali¹⁶⁻¹⁸ in pazienti con dolore cervicale cronico. E' stata inoltre osservata una riduzione della propriocezione (in particolare, errori nel posizionamento della testa seguendo i movimenti volontari) sia in caso di dolore idiopatico che traumatico¹⁹, specialmente in quelli che riportavano un elevato dolore, disabilità^{20,21} e sbandamenti²². L'alterazione della funzione dei muscoli cervicali riflette la combinazioni di due principali

problemi: *alterazione del controllo neuromotorio muscolare e delle caratteristiche delle fibre muscolari*, che possono scatenare o mantenere un dolore al collo¹⁰.

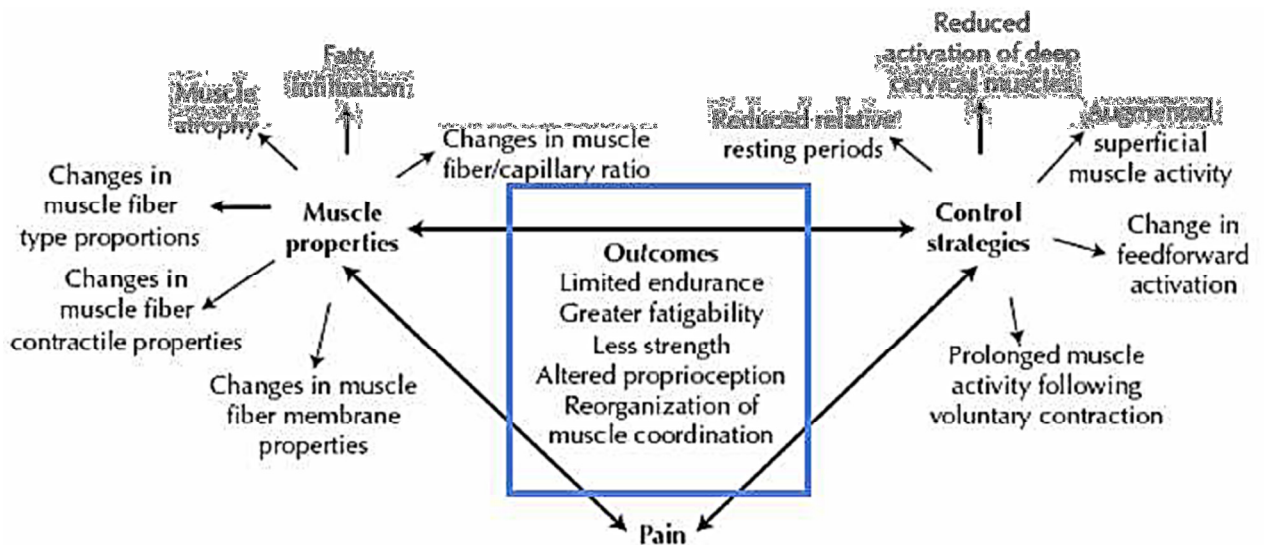


Fig 2 – Interconnessioni tra proprietà muscolari, strategie di controllo motorio e dolore

A. ALTERATE STRATEGIE DI CONTROLLO MOTORIO E RELAZIONE CON IL DOLORE.

Da alcuni anni è stato rilevato da Jull, Falla e altri studiosi, l'aumento dell'attività dei muscoli cervicali superficiali (scaleni anteriori e sternocleidomastoidei) in pazienti con dolore cervicale, ciò è stato osservato sia nelle contrazioni isometriche^{21,23,24} sia nelle attività funzionali degli arti superiori¹⁴.

Dall'altra parte, in questi pazienti, si è notata una riduzione dell'attività dei flessori profondi, (il lungo del capo e il lungo del collo)^{12,13}. La mancata attivazione dei flessori cervicali profondi avviene anche quando questi soggetti eseguono un movimento rapido con un arto, che induce una perturbazione al corpo.

Questa alterazione del controllo motorio incide negativamente anche sul controllo feed-forward del rachide cervicale. Le afferenze muscolari tipo III e IV sono sensibili allo stimolo nocicettivo; come hanno riportato studi sperimentali ed osservazionali sia su individui sani che con dolore cervicale.

Tramite diversi riflessi e meccanismi centrali il dolore influenza il controllo motorio. Queste variazioni sono state studiate anche sul dolore cronico, in questo caso però le variazioni del

controllo motorio sono associate anche a modificazioni delle proprietà muscolari, in accordo con studi biotipici^{8,3}.

Lo stimolo nocicettivo, inoltre, attraverso la stimolazione delle fibre afferenti muscolari di gruppo III e IV, che hanno proiezioni ai centri nervosi superiori per il controllo del dolore, induce un aumento dell'attività del sistema nervoso ortosimpatico attraverso i riflessi somatosimpatici. A sua volta il sistema ortosimpatico può aumentare l'attività delle fibre afferenti muscolari di gruppo III e IV e quindi l'entità dello stimolo nocicettivo dando vita ad un circolo vizioso di automantenimento. I meccanismi attraverso i quali la stimolazione ortosimpatica può attivare queste fibre sono: la vasocostrizione che conduce a riduzione della perfusione con conseguente ridotto apporto di ossigeno e nutrienti e scambio di metaboliti; la diminuzione della contrattilità delle fibre muscolari di tipo I e quindi aumento del metabolismo delle stesse fibre; alterazione della propriocezione che conduce a cambiamenti nelle strategie motorie e quindi ad un aumento dell'attività dei muscoli accessori. Un aumento della concentrazione di metaboliti e sostanze infiammatorie, infatti, attiva le fibre afferenti III e IV².

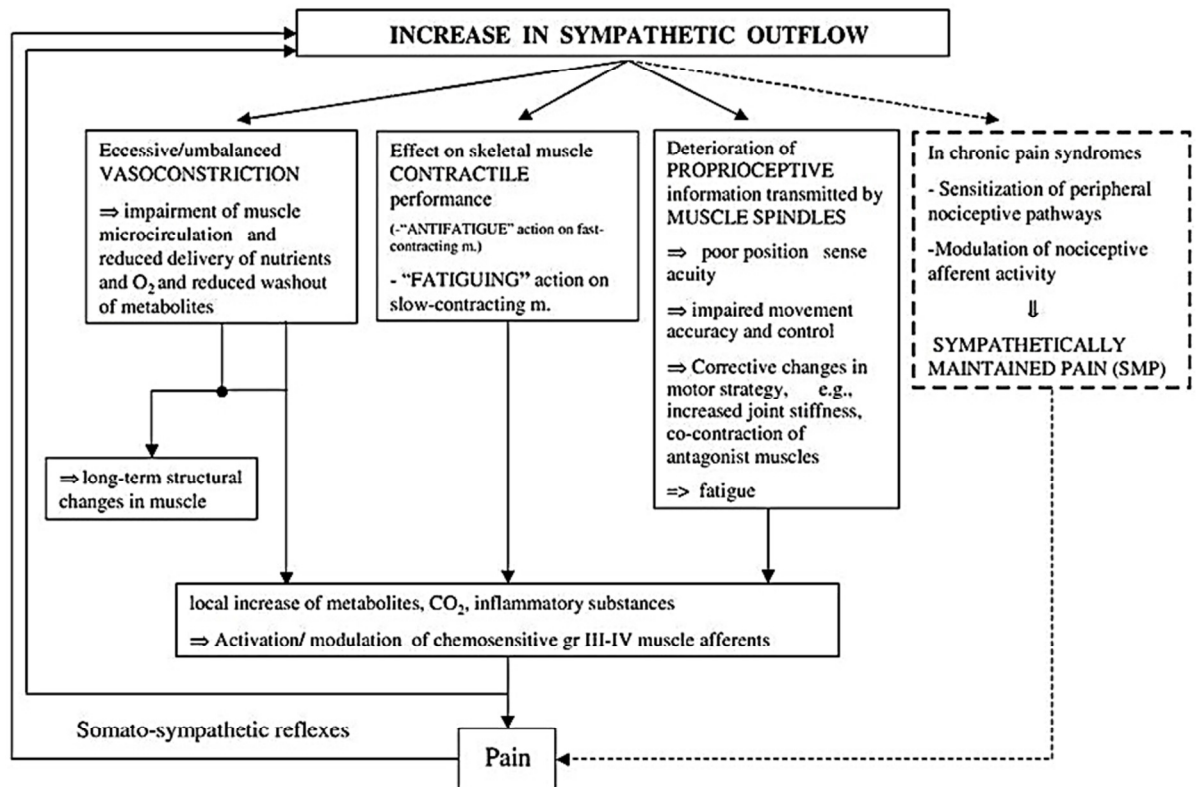


Fig. 3 - Azione del sistema ortosimpatico sulla funzione muscolare.

Le persone con dolore al collo dimostrano anche una ridotta capacità di rilassare i muscoli scaleni anteriori, sternocleidomastoidei, e trapezio superiore a seguito della loro attivazione¹⁴, e mostrano brevi periodi di rilassamento del trapezio superiore durante compiti ripetitivi.

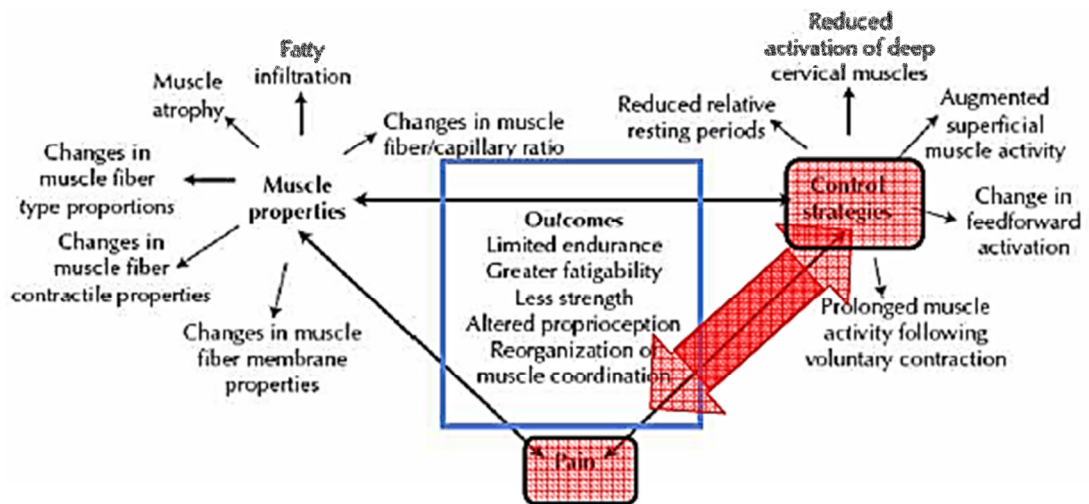


Fig. 4 – Interconnessioni tra strategie di controllo motorio e dolore

Non esiste un consenso per quanto riguarda il rapporto causa-effetto tra i segni clinici del dolore al collo e le modifiche delle strategie di controllo motorio. Tuttavia, in alcuni casi, il grado di deficit di controllo motorio sembra essere associato con la percezione del dolore o della disabilità.

Ad esempio, il ritardo dell'attivazione dei flessori profondi nel corso di un movimento rapido del braccio del paziente è correlato al punteggio del Neck Disability Index: con un maggior ritardo osservato nei soggetti che avevano uno score più alto nel questionario della disabilità¹⁰. In questi pazienti si è notato, che una maggiore percezione della disabilità (dal Neck Disability Index) è anche associata ad un'aumentata attività dei muscoli flessori superficiali cervicali durante i gesti ripetitivi degli arti superiori¹⁴; e un'alta frequenza del dolore è correlata ad un numero maggiore di errori in un compito motorio di riposizionamento del capo²⁵. Data la difficoltà di interpretare il rapporto tra il dolore e il controllo motorio negli studi clinici, l'induzione sperimentale del dolore al collo in soggetti sani è stata utilizzata per interpretare le osservazioni cliniche³.

La stimolazione sperimentale dei nocicettori cervicali, tramite iniezioni intramuscolari di soluzioni idrosaline ipertoniche, ha fermamente dimostrato una riduzione dell'attività della muscolatura cervicale dolorosa quando essa agisce come agonista^{26,27}.

L'inibizione indotta dal dolore dei muscoli cervicali agonisti è compensata da un'alterata attività dei muscoli antagonisti o sinergici quando il segnale motorio di uscita è mantenuto costante, cosicché il gesto motorio può essere eseguito allo stesso modo in presenza di dolore. Ad esempio, un dolore indotto al lungo del capo porta ad una riduzione dell'attivazione di questo muscolo durante l'estensione isometrica cervicale con una aumentata attività del trapezio (muscolo sinergico)²⁷. Pertanto, la strategia compensatoria sembra dipendere dai vincoli biomeccanici dettati dal compito eseguito. Questo suggerisce che, in risposta ad un riflesso d'inibizione del motoneurone che innerva il muscolo doloroso, il sistema nervoso centrale impiega una strategia compensativa che consente di svolgere lo stesso compito, approfittando della ridondanza del sistema. Anche se questa strategia è una risposta ottimale alla condizione dolorosa, al fine di mantenere l'output motorio, l'attivazione dei muscoli cervicali è sostanzialmente modificata rispetto alla condizione non dolorosa¹⁰.

Oltre ad un cambiamento per quanto riguarda la coordinazione tra i muscoli, la stimolazione dolorosa locale di un muscolo può anche indurre una riorganizzazione di attività all'interno delle regioni del muscolo stesso. L'iniezione intramuscolare di soluzione salina ipertonica nella regione craniale del trapezio superiore, porta ad uno spostamento nella distribuzione dell'attività muscolare verso una regione più caudale, relativamente a causa di una diminuzione nelle attività della regione craniale²⁸. Lo stesso cambiamento di attivazione è stato osservato a seguito di eccitazione delle afferenze nocicettive nella regione caudale del trapezio superiore (Falla e Farina, dati non pubblicati).

Gli studi sperimentali sul dolore senza dubbio forniscono un collegamento tra il dolore e l'alterato controllo motorio, ma meno evidenze sostengono che l'inizio del dolore al collo sia a causa di una alterata strategia di controllo motorio¹⁰.

I deficit di controllo motorio della colonna vertebrale possono portare ad un minor controllo del movimento delle articolazioni, a ripetuti microtraumi, e quindi, eventualmente a dolore. Ad esempio, nel corso del tempo, un'aumentata attività del trapezio superiore e dell'elevatore della scapola a causa di una cattiva postura del collo o posture viziate delle braccia possono aumentare i carichi compressivi sui segmenti cervicali portando ad una

condizione dolorosa. Allo stesso modo, l'inibizione dei muscoli flessori profondi o estensori può pregiudicare la stabilità e la postura della colonna vertebrale cervicale aumentando il rischio di dolore al collo. Di conseguenza, esistono elementi di prova, che la flessione del collo, un lavoro sedentario prolungato, e lavorare in elevazione degli arti superiori, sono dei fattori di rischio per lo sviluppo del dolore cervicale¹⁰.

B. ALTERAZIONI DELLE PROPRIETA' MUSCOLARI E RELAZIONE CON IL DOLORE

Alterazioni biochimiche del muscolo trapezio superiore sono state osservate nelle persone con dolore al collo, tra cui un aumento a livello interstiziale di glutammato e di serotonina nelle donne con trapezio-mialgia che sono positivamente correlati all'intensità del dolore²⁹, e un aumento di interleuchina e serotonina e nelle persone con patologie croniche associate a colpi di frusta³⁰. Inoltre, biopsie muscolari hanno mostrato evidenze di disturbi nel metabolismo ossidativo delle fibre muscolari del trapezio nelle persone con mialgia, ridotta microcircolazione intramuscolare nel trapezio nelle donne con dolore al collo e al braccio³¹, e un aumento significativo della percentuale di fibre di tipo II nei muscoli estensori e flessori cervicali nei pazienti con disturbi cronici del collo³².

I ricercatori hanno anche osservato atrofia e infiltrazioni nel tessuto connettivo dei muscoli estensori, in particolare per la muscolatura più profonda, il retto minore e maggiore del capo, e multifido nelle persone con dolore cronico al collo³³⁻³⁶.

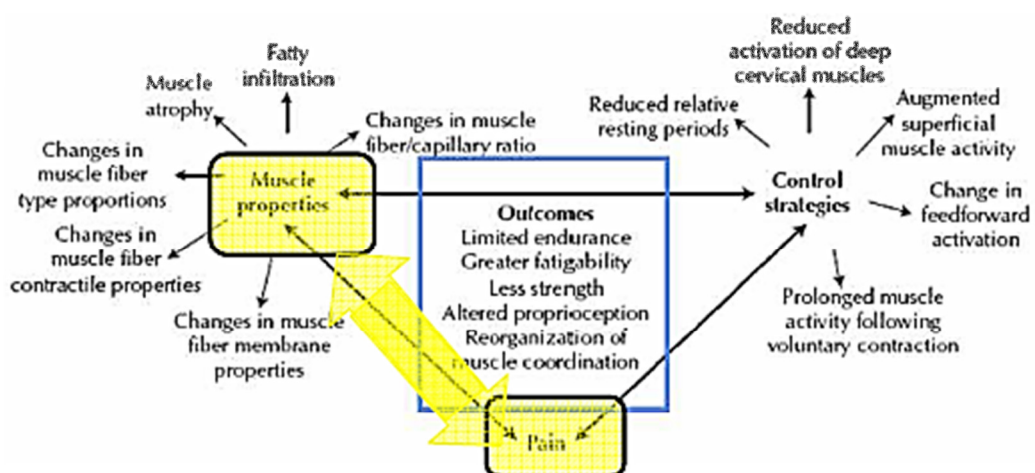


Fig. 5 – Interconnessioni tra proprietà muscolari e dolore

Il dolore non ha un effetto diretto sulle fibre muscolari, ma potrebbe attivare il sistema nervoso simpatico, come parte della reazione di difesa a stimoli nocivi. Di conseguenza, un aumento della secrezione di adrenalina si verifica in risposta a stimoli dolorosi acuti come test del freddo (cold pressor test) e stimolazione elettrica della pelle¹⁰.

Il rilascio di catecolamine, in particolare di adrenalina, agisce aumentando leggermente l'ampiezza della forza di contrazione, soprattutto per le fibre muscolari di tipo II (bianche, veloci), e diminuendo la durata della contrazione solo per le fibre di tipo I (rosse, resistenti). Pertanto, il meccanismo contrattile delle fibre muscolari può essere indirettamente alterato dal dolore.

Recentemente, questa ipotesi è stata confermata sperimentalmente dalla constatazione che la forza di contrazione dell'unità motoria a bassa soglia è ridotta in presenza di dolore³⁷.

Nonostante non sia nota la rilevanza di questo meccanismo nella clinica del dolore, una riduzione della durata di attivazione delle unità motorie a bassa soglia (formate da motoneuroni + fibre di tipo I lente) comporta una minore forza prodotta dall'unità motoria, e questo disturbo è stato osservato nel persone affette da dolore cervicale. Inoltre, una menomazione a carico delle strutture contrattili delle fibre muscolari può spiegare in parte, una bassa efficienza neuromuscolare, osservata nei soggetti affetti da dolore al collo comparati ai controlli sani²³.

Infine, poiché l'effetto di riduzione della forza contrattile avviene a causa di una lenta contrazione delle fibre, una maggiore percentuale di unità motorie ad alta soglia (motoneuroni + fibre di tipo II), sarebbero reclutate per svolgere lo stesso gesto motorio in condizioni dolorose. Tale compito può comportare una maggiore attivazione di fibre di tipo II in pazienti con dolore al collo, rispetto ai controlli¹⁶ e, di conseguenza, una maggiore percentuale di fibre di tipo II a lungo termine³².

Una ulteriore considerazione è che l'attivazione del sistema nervoso simpatico può indurre vasocostrizione, ostacolando così l'eliminazione di sottoprodotti metabolici (ad esempio acido lattico) durante la contrazione muscolare¹⁰.

C. RELAZIONE TRA STRATEGIE DI CONTROLLO E PROPRIETÀ MUSCOLARI

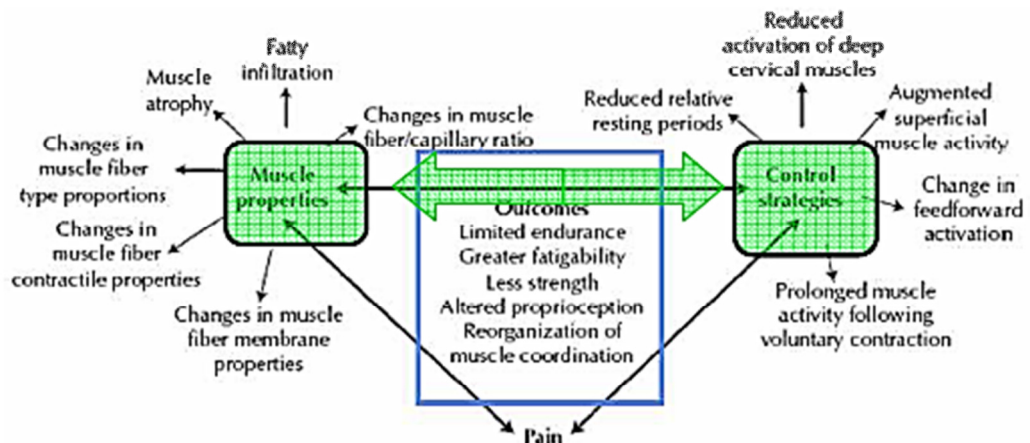


Fig. 6 – Interconnessioni tra proprietà muscolari e strategie di controllo motorio

Nonostante la mancanza di prove dirette in persone con dolore al collo, un alterato controllo motorio può influenzare le proprietà delle fibre muscolari e viceversa. Per esempio, un'alterata strategia motoria caratterizzata da inibizione o continuo disuso di alcuni muscoli può comportare cambiamenti nel tempo del trofismo muscolare, come in caso di atrofia, a causa di un aumento della proteolisi e una diminuzione della sintesi delle proteine muscolari.

Alterazioni delle proprietà muscolari possono anche avviare o mantenere un'alterata strategia di controllo motorio. Ad esempio, una modifica della concentrazione di metaboliti nell'interstizio muscolare a causa della ridotta circolazione intramuscolare potrebbe attivare afferenze muscolari chemosensitive di gruppo III e IV che esercitano complesse azioni di riflesso sui neuroni spinali, alterando le strategie di controllo motorio². Tuttavia, ulteriori ricerche sono necessarie per esaminare le potenziali associazioni tra i disturbi del controllo motorio e le alterazioni delle proprietà muscolari e la rilevanza di ciascun fattore in relazione all'avvio, al mantenimento, e alla ricorrenza del dolore cervicale.

In conclusione secondo Falla et al. la relazione tra il dolore, le alterate strategie di controllo e i cambiamenti delle proprietà muscolari ha portato a delle modifiche nella muscolatura cervicale come: riduzione della resistenza muscolare, aumento della faticabilità muscolare, minor forza, alterata propriocezione, riorganizzazione della coordinazione muscolare¹⁰.

- VALUTAZIONE DEL CONTROLLO MOTORIO

La valutazione del controllo motorio e posturale a livello cervicale si divide principalmente in 5 fasi:

1. Controllo muscolare in postura

2. Analisi del pattern di movimento

3. Test muscolari specifici

4. Lunghezza muscolare

5. Controllo posturale:

- Senso di posizione
- Prova di equilibrio in stazione eretta
- Valutazione oculomotoria

1. Controllo muscolare in postura

Recenti studi, tra cui alcuni del gruppo australiano di Jull at all., dimostrano che con i lavori sedentari al computer, il capo tende a scivolare leggermente in una posizione sempre più anteriore, e la cifosi toracica aumenta nel corso del tempo nelle persone con dolore al collo, e non in quelli senza dolore cervicale³⁸. Alterati schemi di reclutamento dei muscoli estensori cervicali e del trapezio superiore sono stati riscontrati in associazione con questi cambiamenti posturali⁶.

L'abilità di mantenere una posizione neutra corretta della colonna ha un impatto diretto sulla funzionalità della muscolatura cervicale. Secondo Jull, Falla at all. c'è una maggiore attività sia dei muscoli flessori profondi cervicali sia dei muscoli multifido a livello lombare, se la posizione seduta è specificatamente facilitata con il ripristino della lordosi lombare,

rispetto a una semplice istruzione di “sedersi diritto”³⁹. Questa ricerca evidenzia la necessità di precisi esercizi nella rieducazione della postura neutra verticale per raggiungere una ottimale funzione dei muscoli posturali.

2. Analisi del pattern di movimento

a) Analisi dinamica del controllo dei muscoli scapolari.

Alterazioni nell'orientamento e scarsa stabilità attiva della scapola possono concorrere all'origine di neck pain.

In presenza di un anormale orientamento, il terapeuta porta la scapola in una posizione neutra e chiede al paziente di mantenerla attivamente. Viene chiesto poi di rilasciarla e riportarla nella corretta posizione da solo. Il terapeuta osserva la strategia muscolare usata. L'effetto della correzione della scapola sul dolore cervicale è valutato da una immediata riduzione dei sintomi a livello del collo⁶.

b) Movimento di estensione e ritorno

L'estensione richiede il controllo eccentrico dei muscoli flessori, i più deboli di tutti i muscoli cervicali. I flessori controllano il peso della testa in una posizione dietro il piano frontale delle spalle, prima che la testa venga riportata alla posizione verticale con una contrazione concentrica. In un movimento di estensione corretta il centro di gravità del capo passa dietro la linea delle spalle.

In presenza di un scarso controllo eccentrico da parte dei muscoli flessori profondi, sono evidenti due principali caratteristiche:

- il paziente non consente al centro di gravità della testa di spostarsi posteriormente dietro il piano frontale delle spalle, in modo da minimizzare l'effetto della gravità. C'è uno schema dominante di estensione della parte cranio cervicale con minimo movimento della testa posteriormente. Quando il movimento è eseguito in modo corretto la perdita di controllo è evidente e induce spesso dolore.
- La testa si muove indietro ma i muscoli flessori non riescono a controllare l'effetto della gravità: ad un punto dell'estensione il capo sembra cadere o traslare indietro, caricando sulle strutture osteolegamentose. Quando il controllo è scarso, i pazienti

desiderano tornare immediatamente in posizione eretta, talvolta aiutandosi con le mani e descrivendo una sensazione di perdita di controllo.

Il ritorno da una posizione di massima estensione richiede coordinazione della contrazione concentrica dei flessori cranio cervicali e dei flessori cervicali. Nello schema patologico, l'inizio del movimento di ritorno dalla massima estensione avviene con la sola attivazione dei muscoli sternocleidomastoidei e degli scaleni anteriori, con conseguente flessione cervicale, ma non del tratto cranio-cervicale.

3. Test muscolari specifici

➤ CRANIOCERVICAL FLEXION TEST

Il CCFT testa l'attivazione e la resistenza dei flessori profondi cervicali.

Diversi schemi anormali sono stati osservati in pazienti con dolore cervicale: non è presente un aumento progressivo nel ROM della flessione cranio cervicale; il paziente cambia la strategia di movimento ed esegue più un'azione di retrazione della testa per raggiungere gli incrementi di pressione richiesti nel compito⁹.

Alternativamente, il paziente può sollevare la testa col tentativo di raggiungere il valore corretto della pressione o può eseguire il movimento con velocità, premendo la testa in flessione, per mascherare la debolezza della muscolatura flessoria profonda. Altri non riescono ad eseguire tutte le fasi della prova, indipendentemente dal tipo strategia. Tutto questo è invece raro nei soggetti asintomatici⁶.

Confrontata con quella dei soggetti asintomatici, l'ampiezza dell'attività EMG registrata nei DCF dei pazienti con cervicalgia cronica è inferiore. Tale differenza si fa più marcata nelle fasi più avanzate del test⁹. In generale i pazienti con cervicalgia cronica, hanno una minor capacità di raggiungere e mantenere i valori pressori progressivamente domandati nel CCFT.

Sono state registrate, durante l'esecuzione del test, attivazioni dei muscoli flessori superficiali (sternocleidomastoideo e scaleni anteriori) in modo più evidente sui soggetti affetti da dolore cervicale sia di origine traumatica che idiopatica, rispetto ai soggetti sani^{9,40}.

➤ SCAPULAR HOLDING TEST

In questo test il paziente è prono, il terapeuta porta la spalla del paziente in posizione neutra, tale da riprodurre la corretta posizione scapolare con leggera depressione e retroversione. Il braccio del paziente è rilassato lungo il corpo.

Il terapeuta chiede al paziente di mantenere la scapola in sollevamento e valuta:

a. il pattern di attivazione muscolare (prevalenza muscolare/compensi)

Il terapeuta deve rilevare i pattern muscolari errati.

b. la capacità di mantenere il sollevamento in condizione di basso carico.

Si richiede al paziente di mantenere la posizione per 10 secondi e si ripete l'esercizio per circa 5 volte, osservando la resistenza al movimento e la faticabilità muscolare.

4. Valutazione lunghezza muscolare

Vengono valutati principalmente *il piccolo e grande pettorale, i suboccipitali, il trapezio superiore e elevatore della scapola.*

5. Controllo posturale

Quando i pazienti presentano vertigini, fotofobia, o sensazione di instabilità in associazione con i loro disturbi del collo, è necessario che il terapeuta esamini le caratteristiche che riflettono alterazioni nel sistema di controllo posturale. A volte è corretto eseguire questi test anche in pazienti che non lamentano apertamente questi sintomi, ma che in realtà sono positivi ai test per deficit di controllo posturale.

Si valutano tre tipi di abilità posturali:

a. Valutazione del senso di posizione

Misura la sensibilità cinestesica cervicale del paziente; cioè la sua capacità di riposizionare la testa nella posizione neutra dopo aver compiuto un movimento del capo con gli occhi chiusi.

b. Standing Balance

Misura l'abilità delle persone a mantenere l'equilibrio. Il test va effettuato sia ad occhi aperti che ad occhi chiusi. Possono essere introdotte delle variazioni per aumentare la difficoltà del test come una superficie instabile, o un appoggio di tipo monopodalico o posizione "tandem". I pazienti con dolore cervicale sia di origine traumatica che idiopatica, con presenza di vertigini e senso di instabilità, hanno dimostrato avere maggiore difficoltà nell'eseguire lo standing balance in posizione tandem, su una superficie rigida⁶.

c. Valutazione oculomotoria.

GAZE STABILITY: al paziente viene richiesto di fissare un oggetto mentre svolge dei movimenti attivi con la testa in flessione, estensione e rotazione destra e sinistra. Vi è positività se compaiono "dizziness", nausea e/o visione sfuocata. Il test si può richiedere anche ad occhi chiusi immaginando l'obiettivo dopo averlo focalizzato ad occhi aperti (Imaginary Gaze)

EYE-FOLLOW TEST: viene richiesto di seguire con gli occhi un obiettivo, mantenendo ferma la testa; l'obiettivo si sposta lentamente e descrive un percorso a H. Il fisioterapista osserva attentamente i segni (ad es. chiusura palpebre, incapacità di seguire l'obiettivo) e/o la comparsa dei sintomi cervico-cefalici.

L'esercizio viene ripetuto prima in posizione di rotazione del tronco di 45° da un lato poi dall'altro. La posizione di rotazione del collo rispetto al tronco crea una distorsione dei recettori cervicali, mentre quelli vestibolari restano immutati. Quindi la comparsa di segni e sintomi e una differenza nella capacità di seguire l'obiettivo in torsione del tronco rispetto alla posizione neutra evidenzia un'alterazione di origine cervicale non vestibolare.

EYE-HEAD COORDINATION: viene chiesto al paziente di muovere prima gli occhi poi la testa nella stessa direzione, poi di muovere occhi e testa in direzioni opposte, e infine di mantenere lo sguardo tra due punti e muovere prima gli occhi e poi la testa.

MATERIALI E METODI

La ricerca è stata fatta con l'utilizzo dei motori di ricerca, PubMed e PEDro, con le parole chiave:

(neck pain OR neck disorders OR whiplash) AND (neuromuscular adaptation OR sensorimotor system OR proprioception OR joint position sense OR head eye coordination OR gaze stability OR postural control OR standing balance OR neck stabilization OR head repositioning accuracy OR motor control rehabilitation OR proprioceptive exercise OR visuovestibular training).

Criteri di inclusione: Randomized Controlled Trial, pubblicati negli ultimi 5 anni (maggio 2006 – maggio 2011), punteggio PEDRO Scale ≥ 5 .

Criteri di esclusione: studi che non presentassero metodiche di trattamento o programmi riabilitativi, articoli che prendevano in considerazione solo patologie del sistema vestibolare non correlate a neck pain, studi che prendevano in considerazione interventi chirurgici o strumenti di stabilizzazione passiva e studi che proponessero esercizi globali non solo del distretto superiore.

Dalla ricerca sono stati selezionati 12 articoli di cui 6 di questi sono stati presi in esame.

RISULTATI

The effect of two exercise regimes; motor control versus endurance/strength training for patients with whiplash-associated disorders: a randomized controlled pilot study⁴¹

Ask T, Strand LI, Skouen JS. Clin Rehabil. 2009 Sep;23(9):812-23. Epub 2009 Aug 5.

SOGGETTI	TIPOLOGIA DI INTERVENTO	DURATA INTERVENTO	RISULTATI
N = 25 soggetti	G1= training di controllo motorio G2= training di forza e resistenza dei muscoli del collo	6-10 sessioni per 6 settimane e follow up ad 1 anno	Miglioramento di G1 e G2 statisticamente significativo a 6 mesi, ma non al follow-up ad un anno. No differenze statisticamente significative tra i due gruppi.

Cervicogenic dizziness - musculoskeletal findings before and after treatment and long-term outcome⁴²

Malmström EM, Karlberg M, Melander A, Magnusson M, Moritz U. Disabil Rehabil. 2007 Aug 15;29(15):1193-205.

SOGGETTI	TIPOLOGIA DI INTERVENTO	DURATA INTERVENTO	RISULTATI
N= 22 soggetti 20 donne 2 uomini	Trattamento dei segni muscoloscheletrici evidenziati all'esame fisico: tensione e rigidità dei muscoli del collo, ROM e rigidità articolare, stabilità cervicale	Questionario a 6 mesi e 2 anni dopo la terapia	Sia a 6 mesi che a 2 anni si evidenzia neck pain ridotto o scomparso; dizziness ridotta o scomparsa.

Effect of neck exercise on sitting posture in patients with chronic neck pain³⁸.

Falla D, Jull G, Russell T, Vicenzino B, Hodges P. Phys Ther. 2007 Apr;87(4):408-17. Epub 2007 Mar 6.

SOGGETTI	TIPOLOGIA DI INTERVENTO	DURATA INTERVENTO	RISULTATI
N= 58 soggetti + 10 soggetti controllo G1= 29 G2= 29	G1= training CCF G2= training di forza e resistenza dei muscoli flessori cervicali	6 settimane	I soggetti con dolore cervicale dimostrano rispetto al gruppo controllo un' incapacità di mantenere una corretta postura (forward head posture) durante un compito al computer di 10 min. Randomizzati in 2 gruppi, dopo il trattamento G1 dimostra un'aumentata capacità di mantenere una postura corretta, (< dell'angolo cervicale). Entrambi i gruppi dimostrano una riduzione della percezione del dolore (VAS) e della disabilità (NDI)

Retraining cervical joint position sense: the effect of two exercise regimes⁴³.

Jull G, Falla D, Treleaven J, Hodges P, Vicenzino B. J Orthop Res. 2007 Mar;25(3):404-12.

SOGGETTI	TIPOLOGIA DI INTERVENTO	DURATA INTERVENTO	RISULTATI
N= 68 soggetti donne	G1= training propriocettivo G2= training CCF	6 settimane e follow up 1 settimana post-intervento	In entrambi i gruppi ci sono stati miglioramenti significativi nel JPE, nell'intensità del neck pain e nella disabilità percepita, con un beneficio marginalmente superiore nei soggetti del G1

Dizziness among patients with whiplash-associated disorder: a randomized controlled trial⁴⁴.

Ekvall Hansson E, Månsson NO, Ringsberg KA, Håkansson A. J Rehabil Med. 2006 Nov;38(6):387-90.

SOGGETTI	TIPOLOGIA DI INTERVENTO	DURATA INTERVENTO	RISULTATI
N= 29 soggetti 20 donne 9 uomini	G1= vestibular rehabilitation program G2= controllo	6 settimane e follow up a 3 mesi	Sia dopo 6 settimane che a 3 mesi G1 mostra un miglioramento statisticamente significativo rispetto al G2 nel ridurre la disabilità percepita e nel migliorare il controllo posturale

Physical therapy and active exercises--an adequate treatment for prevention of late whiplash syndrome? Randomized controlled trial in 200 patients⁴⁵

Vassiliou T, Kaluza G, Putzke C, Wulf H, Schnabel M. Pain. 2006 Sep;124(1-2):69-76. Epub 2006 May 11.

SOGGETTI	TIPOLOGIA DI INTERVENTO	DURATA INTERVENTO	RISULTATI
N= 200 G1= 97 - controllo G2= 103	G1= immobilizzazione con collare morbido G2= fisioterapia ed esercizi attivi	6 settimane e follow up a 6 mesi	Sia a 6 settimane che a 6 mesi dopo il trattamento i soggetti del G2 evidenziano un miglioramento statisticamente significativo nella riduzione dell'intensità di dolore rispetto al G1

Nello studio di Ask, Strand et al.⁴¹ è stato proposto il confronto tra due tipi di training: uno basato sul controllo motorio dei muscoli flessori ed estensori del collo, per recuperare la giusta sinergia di attivazione tra profondi e superficiali e l'altro incentrato sull'allenamento di forza e resistenza reclutando tutti i muscoli del collo. Nello studio sono stati selezionati solo pazienti con un alto rischio di cronicizzazione. Dai risultati emerge che gli effetti dei due allenamenti in questi tipi di pazienti e con un campione ridotto sono simili.

Malmström, Karlberg et al.⁴² hanno dimostrato che soggetti affetti da dizziness cervicogenica hanno alcuni segni muscoloscheletrici in comune, quali rigidità e tensione dei muscoli dorsali del collo, lassità delle articolazioni zygapofisarie, ROM aumentato rispetto all'età, regione cervico-toracica ipomobile, squilibri posturali, ridotta capacità di stabilizzazione dinamica, tensione dei muscoli suboccipitali e ridotta stabilità cervicale. Dopo il trattamento di questi segni, basato sul trattamento dei tessuti molli per ridurre rigidità e tensione muscolare, tecniche manuali per migliorare la mobilità articolare, training di stabilizzazione cervicale ed

esercizi di controllo dell'equilibrio, si è evidenziata una riduzione del neck pain e della vertigine nella maggior parte dei pazienti.

In uno studio del 2007 Jull, Falla et al.³⁸ hanno dimostrato che i pazienti affetti da dolore cervicale, rispetto ai sani, hanno una capacità ridotta di mantenere una corretta postura del tronco superiore in posizione seduta (scivolando verso una forward head posture), durante un compito motorio al computer. Hanno inoltre messo a confronto due tipi di trattamenti già proposti in studi precedenti, cioè un training di esercizi per i flessori cranio cervicali profondi e un allenamento di forza e resistenza per i flessori cervicali. Dai risultati emerge che i soggetti sottoposti al training per i flessori cranio cervicali evidenziano una maggiore abilità nel mantenere una postura neutra del rachide cervicale in posizione seduta prolungata.

Un RCT⁴³ di buona qualità metodologica paragona due diversi regimi di training propriocettivo in soggetti con dolore cervicale cronico sia idiopatico che traumatico. Un protocollo è basato su esercizi specifici per i flessori profondi del rachide cervicale superiore (CCF), l'altro si basa sul protocollo di Ravel(head relocation, gaze stability, eye-follow, eye/head coordination). I risultati ottenuti sul senso di posizione sono significativi in entrambi a 6 settimane post-intervento. Il miglioramento sul JPE è sovrapponibile nei 2 gruppi, sebbene il training propriocettivo risulti essere migliore se si correlano le misure di base e quelle dopo il training. Risultati significativi e sovrapponibili nei 2 gruppi sono stati ottenuti anche sull'intensità del dolore e sulla disabilità.

Nello studio di Hansson, Månsson et al.⁴⁴ viene valutata l'efficacia della riabilitazione vestibolare in pazienti con WAD e vertigine. Il trattamento è basato su esercizi mirati a stimolare il sistema vestibolare, con l'uso di occhi, capo e tronco e superfici destabilizzanti. Questo RCT dimostra che il training vestibolare migliora il controllo posturale e riduce la disabilità percepita dal paziente affetto da WAD e vertigine.

Vassiliou et al.⁴⁵ hanno dimostrato l'efficacia dell'esercizio attivo e del trattamento fisioterapico rispetto all'immobilizzazione sul recupero a lungo termine della funzionalità nei pazienti con WAD.

DISCUSSIONE

Soggetti con disordini cervicali, acuti o cronici, traumatici o idiopatici, possono presentare alterazioni dei pattern di attivazione muscolare e della funzione sensorimotoria. Queste alterazioni possono comprendere riduzione della propriocezione, modificazioni nel controllo oculomotorio e disturbi dell'equilibrio.

L'abbondanza di meccanocettori nei muscoli dello strato profondo della colonna cervicale e la loro ricca connessione centrale e riflessa con i sistemi vestibolare e visivo dimostrano il ruolo fondamentale che essa svolge nell'orientamento del capo, nella stabilità posturale e nel movimento oculare.

Un'alterazione delle informazioni propriocettive, che convergono al SNC con i segnali visivi e vestibolari, provoca una distorsione della rappresentazione mentale di orientamento del capo nello spazio, che porta a vertigine.

Diversi meccanismi possono influenzare gli input somatosensoriali in presenza di dolore: le alterazioni delle informazioni afferenti dai recettori cervicali dovute sia a traumi che ad alterazioni della funzione muscolare; l'alterazione dell'attività dei fusi neuromuscolari dovuta o a infiammazione o all'interferenza del sistema ortosimpatico; l'effetto nocicettivo sui meccanocettori che influenza il controllo sensomotorio.

Forza, resistenza, flessibilità, propriocezione, coordinazione ed equilibrio costituiscono la base che permette di compiere le attività della vita quotidiana, quindi recuperare i deficit di questi elementi deve essere l'obiettivo primario del trattamento riabilitativo.

Per riuscire ad intervenire in modo specifico su questi disturbi è necessario integrare ai trattamenti locali per ridurre il dolore e migliorare la funzionalità neuromuscolare anche esercizi mirati per il controllo sensorimotorio in base ai deficit riscontrati.

CONCLUSIONI

Alla luce delle evidenze presentate in questo lavoro, la riabilitazione dei deficit propriocettivi cervicali, quando presenti in pazienti con dolore al collo, assume un'importanza primaria all'interno di un programma terapeutico; è altresì necessario saper valutare e misurare attentamente queste alterazioni per poter indirizzare meglio l'intervento.

Protocolli mirati possono influenzare positivamente il controllo sensomotorio cervicale e le cause alla base di queste alterazioni quando alle anomalie cervicali si associano disturbi vestibolari e visivi.

La riabilitazione si basa essenzialmente su interventi diretti ai sistemi connessi vestibolare, visivo e somatosensoriale.

Le strategie riabilitative consistono in protocolli basati su: esercizi per migliorare il controllo motorio, craniocervical flexion training e allenamento dei muscoli stabilizzatori della scapola (scapular holding); esercizi di controllo posturale, per migliorare il senso di posizione del capo nello spazio (head relocation), per migliorare la coordinazione oculomotoria (gaze stability, eye-follow e eye/head coordination) ed esercizi di equilibrio (standing balance).

In particolare si evidenzia l'efficacia del training dei muscoli flessori cervicali profondi rispetto a quelli superficiali e l'efficacia di esercizi di controllo dell'equilibrio e della posizione di capo e occhi in relazione tra loro e nello spazio nel ridurre dolore e disabilità percepita dai pazienti con disordini cervicali.

Un possibile protocollo riabilitativo potrebbe prevedere la seguente progressione di esercizi: craniocervical flexion training inizialmente per migliorare la stabilizzazione del tratto cervicale, mantenere correttamente la zona neutra e ristabilire il corretto pattern di movimento flesso-estensorio; contemporaneamente esercizi per la correzione del posizionamento della scapola e sua stabilizzazione durante la posizione o il gesto specifico; una volta raggiunti questi obiettivi si può proseguire con esercizi per ristabilire la coordinazione oculomotoria in tutte le direzioni, joint position error, gaze stability, eye/head coordination; quindi lavorare sul recupero dell'equilibrio prima in statica ad occhi aperti (anche con l'aiuto dello specchio), con base d'appoggio larga, poi via via diminuendo la base d'appoggio fino ad arrivare in monopodica, inserendo delle destabilizzazioni esterne in tutte le direzioni, simulando la marcia sul posto e quindi ad occhi chiusi; successivamente in

dinamica, deambulazione normale, con un piede davanti all'altro, sollevando le ginocchia il più possibile, prima ad occhi aperti e poi ad occhi chiusi; uso di pedane propriocettive instabili in una direzione e multidirezionali sempre ad occhi aperti e poi chiusi.

BIBLIOGRAFIA

1. The prevalence of neck pain in the world population: a systematic critical review of the literature. *Fejer R, Kyvik K, Hartvigsen*, 2006. *J. Eur spine J* 2006, 15:834-848
2. Influence of sympathetic nervous system on sensorimotor function: whiplash associated disorders (WAD) as a model. *Passatore M., Roatta S.* *RS Eur J Appl Physiol* 2006; 98: 423-449
3. Neuromuscular adaptation in experimental and clinical neck pain. *Falla D., Farina D.* *RS J Elettromiogr Kinesiol* 2008; 18: 255-261.
4. Grieve's modern manual therapy: the vertebral column. *J.D. Boyling, G.P. Grieve, G. Jull*, Elsevier Health Sciences, 2004.
5. Whiplash, headache and neck pain. Research-based directions for physical therapies. *G. Jull, M. Sterling, D. Falla, J. Treleaven, S. O Leary*, Elsevier Health Sciences, 2008.
6. Principi di neuroscienze di *Kandel ER., Schwartz JH., Jessell TM.* Mc Graw-Hill, 2000.
7. Functional stability re-training: principles and strategies for managing mechanical dysfunction. *Comerford M.J., Mottram S.* *Manual Therapy* 2001, 6(1), 3-14
8. Unravelling the complexity of muscle impairment in chronic neck pain. *Falla D.* *Man Ther.* 2004 Aug;9(3):125-33.
9. Patients with neck pain demonstrate reduced electromyographic activity of the deep cervical flexor muscles during performance of the craniocervical flexion test. *Falla D, Jull G, Hodges P.* *Spine.* 2004 Oct 1;29(19):2108-14.

10. Neural and muscular factor associated with motor impairment in neck pain. *Falla D, Farina D. Curr Rheumatol Rep. 2007 Dec;9(6):497-502.*
11. Cranio-cervical flexor muscle impairment at maximal, moderate, and low loads is a feature of neck pain *O' Leary S, Jull G, Kim M, Vincenzino B; Man Ther 2007, 12:34-39*
12. Feedforward activity of the cervical flexor muscles during voluntary arm movements is delayed in chronic neck pain. *Falla D, Jull G, Hodges PW; Exp Brain Res 2004, 157:43-48*
13. Patients with neck pain demonstrate reduced electromyographic activity of the deep cervical flexor muscles during performance of the cranio-cervical flexion test. *Falla D, Jull G, Hodges PW; Spine 200, 29:2108-2114*
14. Patients with chronic neck pain demonstrate altered patterns of muscle activation during performance of a functional upper limb task. *Falla D, Bilenkij G, Jull G; Spine 2004, 29:1436–1440.*
15. Impairment in the cervical flexors: a comparison of whiplash and insidious onset neck pain patients. *Jull G, Kristjansson E, Dall'Alba P; Man Ther 2004, 9:89–94.*
16. Myoelectric manifestations of sternocleidomastoid and anterior scalene muscle fatigue in chronic neck pain patients. *Falla D, Rainoldi A, Merletti R, Jull G; Clin Neuroph 03, 114:488-495.*
17. Neck flexor muscle fatigue is side specific in patients with unilateral neck pain. *Falla D, Jull G, Rainoldi A, Merletti R; Eur J Pain 2004, 8:71–77.*
18. Muscle fiber conduction velocity of the upper trapezius muscle during dynamic contraction of the upper limb in patients with chronic neck pain. *Falla D, Farina D; Pain 2005, 116:138–145.*

19. The relationship of cervical joint position error to balance and eye movement disturbances in persistent whiplash. *Treleaven J, Jull G, LowChoy N*; Man Ther 2006, 11:99–106.
20. Head repositioning accuracy in patients with whiplash-associated disorders. 21. *Feipel V, Salvia P, Klein H, Rooze M*; Spine 2006, 31: 51–58.
21. Development of motor dysfunction following whiplash injury. *Sterling M, Jull G, Vicenzino B, et al.*; Pain 2003, 103:65–73.
22. Dizziness and unsteadiness following whiplash injury: characteristic features and relationship with cervical joint position error. *Treleaven J, Jull G, Sterling M*; J Rehabil Med 2003, 35:36–43.
23. Neuromuscular efficiency of the sternocleidomastoid and anterior scalene muscles in patients with chronic neck pain. *Falla D, Jull G, Edwards S, et al*; Disabil Rehabil 2004, 26:712–717.
24. Performance of the craniocervical flexion test in subjects with and without chronic neck pain. *Chiu TT, Law E, Chiu TH*; J Orthop Sports Phys Ther 2005, 35:567–571.
25. Association between cervicocephalic kinesthetic sensibility and frequency of subclinical neck pain. *Lee HY, Wang JD, Yao G, Wang SF*; Man Ther 2007.
26. Experimental muscle pain results in reorganization of coordination among trapezius muscle subdivisions during repetitive shoulder flexion. *Falla D, Farina D, Graven-Nielsen*; Exp Brain Res 2007, 178:385–393.
27. Muscle pain induces task-dependent changes in cervical agonist/ antagonist activity. *Falla D, Farina D, Kanstrup Dahl M, Graven-Nielsen*; J Appl Physiol 2007, 102:601–609.

28. Experimental muscle pain changes the spatial distribution of upper trapezius muscle activity during sustained contraction. *Madeleine P, Leclerc F, Arendt-Nielsen L, et al.*; Clin Neurophysiol 2006, 117:2436–2445.
29. Increase in muscle nociceptive substances and anaerobic metabolism in patients with trapezius myalgia: microdialysis in rest and during exercise. *Rosendal L, Larsson B, Kristiansen J, et al*; Pain 2004, 112:324–334.
30. Biochemical alterations in the trapezius muscle of patients with chronic whiplash associated disorders (WAD). *Gerdle B, Lemming D, Kristiansen J, et al.*; Eur J Pain 2007, Epub ahead of print.
31. Blood supply and oxidative metabolism in muscle biopsies of female cleaners with and without myalgia. *Larsson B, Bjork J, Kadi F, et al.*; Clin J Pain 2004, 20:440–446.
32. Fiber composition and fiber transformations in neck muscles of patients with dysfunction of the cervical spine. *Uhlig Y, Weber BR, Grob D, Muntener M*; J Orthop Res 1995, 13:240–249.
33. Atrophy of suboccipital muscles in patients with chronic pain: a pilot study. *Hallgren RC, Greenman PE, Rechten JJ*; J Am Osteopath Assoc 1994, 94:1032–1038.
34. Chronic neck pain, standing balance, and suboccipital muscle atrophy-a pilot study. *McPartland JM, Brodeur RR, Hallgren RC*; J Manipulative Physiol Ther 1997, 20:24–29.
35. Fatty infiltration in the cervical extensor muscles in persistent whiplash-associated disorders: a magnetic resonance imaging analysis. *Elliott J, Jull G, Noteboom JT, et al*; Spine 2006, 31:847–855.
36. Cervical musculoskeletal impairment in frequent intermittent headache. Part 1: Subjects with single headaches. *Jull G, Amiri M, Bullock-Saxton J, et al*; Cephalalgia 2007, 27:793-802.

37. Sympathetic modulation by cold pressor test alters the spike-triggered average torque and discharge rate of lowthreshold motor units. *Roatta S, Arendt-Nielsen L, Cescon C, Farina D*; Presented at Neuroscience 2007. SanDiego; November 3-7, 2007.
38. Effect of neck exercise on sitting posture in patients with chronic neck pain. *Falla D, Jull G, Russell T, Vicenzino B, Hodges P*; Physical Therapy 2007 Apr;87(4):408-417.
39. Recruitment of the deep cervical flexor muscles during a postural-correction exercise performed in sitting. *Falla D, O'Leary S, Fagan A, Jull G*; Manual Therapy 12 (2007) 139–143.
40. Relationship between cranio-cervical flexion range of motion and pressure change during the craniocervical flexion test. *Falla D, Campbell C, Fagan at all*; Man Ther 2003;8:92-96.
41. The effect of two exercise regimes; motor control versus endurance/strength training for patients with whiplash-associated disorders: a randomized controlled pilot study. *Ask T, Strand LI, Skouen JS*. Clin Rehabil. 2009 Sep;23(9):812-23. Epub 2009 Aug 5.
42. Cervicogenic dizziness - musculoskeletal findings before and after treatment and long-term outcome. *Malmström EM, Karlberg M, Melander A, Magnusson M, Moritz U*. Disabil Rehabil. 2007 Aug 15;29(15):1193-205.
43. Retraining cervical joint position sense: the effect of two exercise regimes. *Jull G, Falla D, Treleaven J, Hodges P, Vicenzino B*. J Orthop Res. 2007 Mar;25(3):404-12.
44. Dizziness among patients with whiplash-associated disorder: a randomized controlled trial. *Ekvall Hansson E, Månsson NO, Ringsberg KA, Håkansson A*. J Rehabil Med. 2006 Nov;38(6):387-90.
45. Physical therapy and active exercises--an adequate treatment for prevention of late whiplash syndrome? Randomized controlled trial in 200 patients. *Vassiliou T, Kaluza G, Putzke C, Wulf H, Schnabel M*. Pain. 2006 Sep;124(1-2):69-76. Epub 2006 May 11.