



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI GENOVA
FACOLTA' DI MEDICINA E CHIRURGIA
Master in Riabilitazione dei Disordini Muscolo Scheletrici

EFFETTI DELL'IMMOBILIZZAZIONE CERVICALE SULLA PROPRIOCETTIVITA' E SUL CONTROLLO MOTORIO

Referenti:

Ivan Peristi
Frank Musarra

Tesi

Laura Pelanconi
matr. 3093850

Anno Accademico 2006/2007

Indice

<i>Introduzione</i>	<i>pag. 3</i>
<i>Materiali e metodi</i>	<i>4</i>
<i>Effetti dell'immobilizzazione sui muscoli</i>	<i>7</i>
<i>Effetti dell'immobilizzazione sul disco intervertebrale</i>	<i>10</i>
<i>Effetti dell'immobilizzazione sulle aree cerebrali</i>	<i>12</i>
<i>Effetti dell'immobilizzazione sulla propriocettività e sul controllo motorio</i>	<i>13</i>
<i>La propriocettività cervicale</i>	<i>16</i>
<i>Effetti dell'immobilizzazione cervicale sulla propriocettività e sul controllo motorio</i>	<i>18</i>
<i>Effetti dell'immobilizzazione cervicale nei pazienti con colpo di frusta</i>	<i>22</i>
<i>Conclusioni</i>	<i>26</i>
<i>Bibliografia</i>	<i>28</i>

Introduzione

L'immobilizzazione può essere definita come il rendere una parte incapace di essere mossa; questo implica disuso ma non include tutte le forme di cessazione volontaria della motilità.

Da molti anni sono studiati e noti gli effetti dell'immobilizzazione in seguito ad una patologia, come una frattura o l'applicazione di splint a soggetti affetti da problemi neurologici.

Negli ultimi anni si stanno sviluppando sempre più studi che vanno a valutare gli effetti dell'immobilizzazione in soggetti sani, ed in particolar modo sulla propriocezione e sulle strategie motorie.

Com'è noto, il rachide cervicale è fonte di afferenze propriocettive di fondamentale importanza per il sistema posturale. Proprio per questo gli studi sull'immobilizzazione cervicale in soggetti sani raramente sono approvati da commissioni etiche, e riguardano solamente brevi periodi di immobilizzazione.

In ambito fisioterapico, invece, l'immobilizzazione cervicale in seguito a colpo di frusta è da anni dibattuta e studiata.

Questo studio si propone, attraverso una revisione della letteratura, di analizzare quanto è presente riguardo i possibili effetti dell'immobilizzazione, di ipotizzarne, attraverso i più recenti studi neurofisiologici, eventuali conseguenze applicate al tratto cervicale, ed infine di valutare il rapporto tra vantaggi e svantaggi nell'utilizzo del collare cervicale in seguito a colpo di frusta.

Materiali e metodi

La ricerca dei materiali è stata condotta su Medline e Pedro. Sono stati inclusi studi pubblicati fino al maggio 2008.

I termini utilizzati per la ricerca su Medline (www.nlm.nih.gov) tramite Pubmed sono stati:

- “neck” AND “immobilization” AND “proprioception” OR “motor skills”

A livello generico sono stati inoltre ricercati:

- “neurophysiology” AND “immobilization”;

- “immobilization” AND “proprioception” OR “motor skills”.

Quando possibile i termini ricercati provenivano da Mesh.

Sono stati inoltre aggiunti come limiti la ricerca di articoli in lingua inglese, francese, italiana e tedesca.

Da questa ricerca sono stati selezionati circa una decina di articoli, dai quali è partita una seconda ricerca attraverso “Related Articles” o tramite la bibliografia degli studi stessi.

Pedro (www.pedro.fhs.usyd.edu.au) é stato utilizzato per la ricerca degli studi che analizzano gli effetti del collare cervicale in seguito a colpo di frusta, attraverso la ricerca dei termini “immobilization” AND “whiplash” oppure “collar” AND “whiplash”.

La medesima ricerca è stata poi riportata nuovamente su Pubmed.

<u>Autore /Rivista</u>	<u>Titolo</u>	<u>Tipo</u>	<u>Punteggio</u>
<u>Spitzer et al</u> Spine 1995	<i>Scientific monograph of the Quebec Task Force on Whiplash-Associated Disorders: redefining "whiplash" and its management</i>	GL	N/A
<u>Scholter-Peeters</u> Spine 2002	<i>Clinical practice guideline for the physiotherapy of patients with whiplash-associated disorders</i>	GL	N/A

<u>Peeters et al</u> Spine 2001	<i>The efficacy of conservative treatment in patients with whiplash injury: a systematic review of clinical trials</i>	RW	N/A
<u>Rosenfeld et al</u> Spine 2006	<i>Active involvement and intervention in patients exposed to whiplash trauma in automobile crashes reduces costs: a randomized, controlled clinical trial and health economic evaluation</i>	RCT	8/10
<u>Rosenfeld et al</u> Spine 2003	<i>Active intervention in patients with whiplash-associated disorders improves long-term prognosis: a randomized controlled clinical trial</i>	RCT	8/10
<u>Kongsted et al</u> Spine 2007	<i>Neck collar, 'act-as-usual' or active mobilization for whiplash injury: a randomized parallel-group trial</i>	RCT	7/10
<u>Vassiliou et al</u> Pain 2006	<i>Physical therapy and active exercises--an adequate treatment for prevention of late whiplash syndrome? Randomized controlled trial in 200 patients</i>	RCT	7/10
<u>Borchgrevink et al</u> Spine 1998	<i>Acute treatment of whiplash neck sprain injuries. A randomized trial of treatment during the first 14 days after a car accident</i>	RCT	6/10
<u>Mealy et al</u> Br Med J 1986	<i>Early mobilization of acute whiplash injuries</i>	RCT	6/10
<u>Dehner et al</u> Arch Phys Med Rehab 2006	<i>Comparison of the relative benefits of 2 versus 10 days of soft collar cervical immobilization after acute whiplash injury</i>	RCT	5/10
<u>Schnabel et al</u> Emerg Med J 2004	<i>Randomised, controlled outcome study of active mobilisation compared with collar therapy for whiplash injury</i>	RCT	5/10
<u>McKinney</u> BMJ 1989	<i>Early mobilisation and outcome in acute sprains of the neck</i>	RCT	5/10
<u>Rosenfeld et al</u> Spine 2000	<i>Early intervention in whiplash-associated disorders: a comparison of two treatment protocols</i>	RCT	4/10

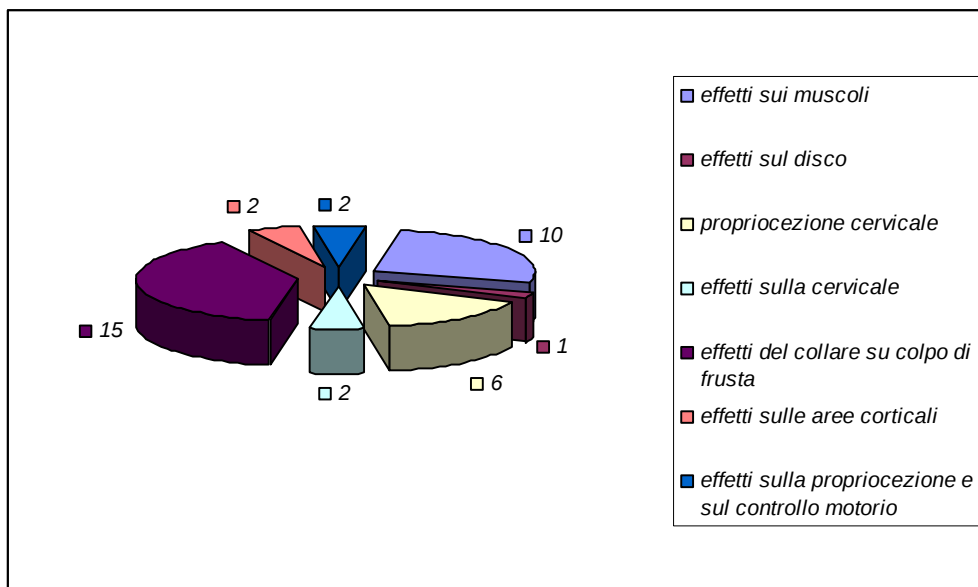
Articoli reperiti tramite Pedro e relativo punteggio
 GL-guideline RW-review RCT-randomised controlled trial

Agli articoli individuati sono stati applicati i seguenti criteri esclusivi:

- presenza di patologie neurologiche;
- artrodesi chirurgica cervicale in seguito a trauma;
- studi di immobilizzazione cervicale in emergenza;

- comparazione tra diversi tipi di collari cervicali;
- comparazione del trattamento post colpo di frusta con iniezioni di anestetici/botulino o altri trattamenti medici;
- articoli non reperibili.

Questo studio include 38 studi, di cui 29 studi clinici randomizzati, 5 revisioni sistematiche della letteratura, 1 studio prospettivo ed una lettera all'editore.



Suddivisione degli studi analizzati per argomento.
Effetti dell'immobilizzazione sui diversi aspetti discussi.

Effetti dell'immobilizzazione sui muscoli

Un muscolo scheletrico si adatta rapidamente ai cambiamenti di attività.

In particolare, in seguito ad un periodo di immobilizzazione, le modificazioni più evidenti sono la perdita di massa muscolare e l'atrofia delle fibre.

A questi cambiamenti morfologici si accompagnano cambiamenti nell'affaticabilità, nel tipo di fibre muscolari e nelle capacità contrattili del muscolo. (1)

Già dopo quarantotto ore di immobilizzazione sono visibili all'esame istologico alterazioni della sintesi dell'mRNA per i geni che codificano per alcune proteine di membrana del sarcomero (2), fondamentali per l'intergrità della matrice extracellulare.

Questo è un segnale precoce di inizio delle modificazioni che portano all'atrofia muscolare. In studi su animali queste modificazioni sono più evidenti.

Ibejuno e colleghi (3) hanno inoltre evidenziato che le alterazioni dell'mRNA includono anche la sintesi delle subunità dei canali dell'acetilcolina, andando a creare canali con tempi di apertura più prolungati; questo indice nell'uomo è associato a debolezza muscolare.

L'immobilizzazione è spesso associata anche ad una riduzione dell'elasticità muscolare.

Okita et al (4) hanno mostrato che questa contrattura muscolare inizia dopo una sola settimana di immobilizzazione, causata dall'accorciamento delle fibre muscolari

e dall'incremento di concentrazione dell'acido ialuronico che aumenterebbe la stiffness muscolare, e peggiora prolungando il periodo di immobilizzazione, quando si verifica un'alterazione della distribuzione delle fibre collagene, da un orientamento prettamente longitudinale al sarcomero ad uno circumferenziale.

L'immobilizzazione genera inoltre degenerazione delle fibre lente del muscolo trasformandole in fibre veloci. (5).

L'immobilizzazione altera anche caratteristiche contrattili del muscolo. Poichè il valore della riduzione di forza sembra essere 3 o 4 volte il valore della riduzione della massa muscolare (6), queste alterazioni sono da attribuirsi non solo a cambiamenti intrinseci del muscolo, ma anche a variazioni dell'attività del sistema nervoso predisposto al controllo motorio dell'area immobilizzata, includendo alterazioni intrinseche del motoneurone, dell'efficacia della trasmissione sinaptica tra primo e secondo motoneurone e della rappresentazione corticale dei muscoli immobilizzati (1, 7). E' riportato (7) che tutti questi aspetti sono riconducibili all'immobilizzazione, così come l'alterazione dell'attività elettromiografica e gli associati cambiamenti nelle proprietà contrattili del muscolo, espressione della alterata modulazione dell'attività dei motoneuroni.

Durante una contrazione muscolare volontaria è risaputo che la forza muscolare è regolata sia dal numero di motoneuroni, e quindi di unità motorie, reclutate, sia dalla modulazione di scarica dei potenziali d'azione.

Lo studio di Seki et al (1) vuole andare ad indagare gli effetti dell'immobilizzazione sulla modulazione dei potenziali d'azione, nonché le conseguenze sulle proprietà contrattili, immobilizzando per sei settimane il I° interosseo dorsale. Ne è emerso che l'immobilizzazione induce, oltre ad una riduzione della massa muscolare tra l'80% ed il 92% ed una riduzione della massima contrazione volontaria (MVC), una riduzione della massima frequenza di scarica durante la contrazione volontaria ed una aumentata risposta contrattile ad una data frequenza di scarica submassimale del motoneurone. Quindi la capacità di generare forza del sistema neuromuscolare ad una frequenza di scarica

submassimale è incrementata dall'immobilizzazione. Questo è segno che più unità motorie sono state reclutate a parità di scarica del primo motoneurone, probabilmente per un aumento della trasmissione sinaptica. Questo comportamento si ha solo a basse frequenze di scarica, è ottenibile anche attraverso stimolazione elettrica (7), ed è maggiormente evidente in muscoli con prevalenza di fibre muscolari veloci.

Altri studi (6) riportano che in seguito ad immobilizzazione si ha una maggiore riduzione della MVC comparata alla riduzione della forza di tetano; ciò indica una inabilità del sistema nervoso di attivare adeguatamente il muscolo immobilizzato. Lo studio di Gondin (6) dopo due settimane di immobilizzazione la differenza tra la riduzione della forza di tetano a 100Hz ed il decremento della massima contrazione volontaria è circa del 35%. Inoltre lo studio riporta una riduzione della velocità di conduzione dello stimolo contrattile tra le membrane delle fibre muscolari.

Per quanto riguarda la resistenza, Semmler et al (8) hanno evidenziato che dopo quattro settimane di immobilizzazione la MCV si riduce, mentre la resistenza ad un dato sforzo aumenta. L'autore definisce la resistenza muscolare come il tempo in cui un muscolo è in grado di mantenere una forza uguale ad una percentuale stabilita della MVC. Perciò, considerando la relazione tra la resistenza e la MVC si può affermare che la resistenza muscolare in seguito ad immobilizzazione subisce un decremento minore rispetto al decremento della MVC (9).

In un ulteriore studio Urso et al (10) hanno investigato la differenza di conseguenze muscolari dell'immobilizzazione in soggetti giovani ed anziani. Ne è emerso che i soggetti anziani perdono una maggior porzione di massa muscolare rispetto ai giovani, mentre la perdita di forza, calcolata come percentuale della MVC, è paragonabile tra i

due gruppi. Il dato interessante è che tra i soggetti anziani si è notato un aumento del potenziale d'azione muscolare. La riduzione del potenziale d'azione muscolare è segno di invecchiamento, considerando la perdita di unità motorie correlata all'età, le alterazioni nella densità della placca neuromuscolare, la trasformazione di fibre da lente a veloci ed il decremento di volume muscolare. Infatti ai test di valutazione prima dell'immobilizzazione il valore dei soggetti anziani era inferiore se comparato a quello dei giovani. In seguito a 24 e 48 ore di immobilizzazione invece, mentre il valore dei soggetti giovani è rimasto invariato, quello dei soggetti anziani è aumentato di circa il 20%. Ciò è segno di una maggior capacità di adattabilità neurale risultante in unità motorie ipereccitabili, probabilmente per preservare la funzione in soggetti anziani durante periodi transizionali di disuso.

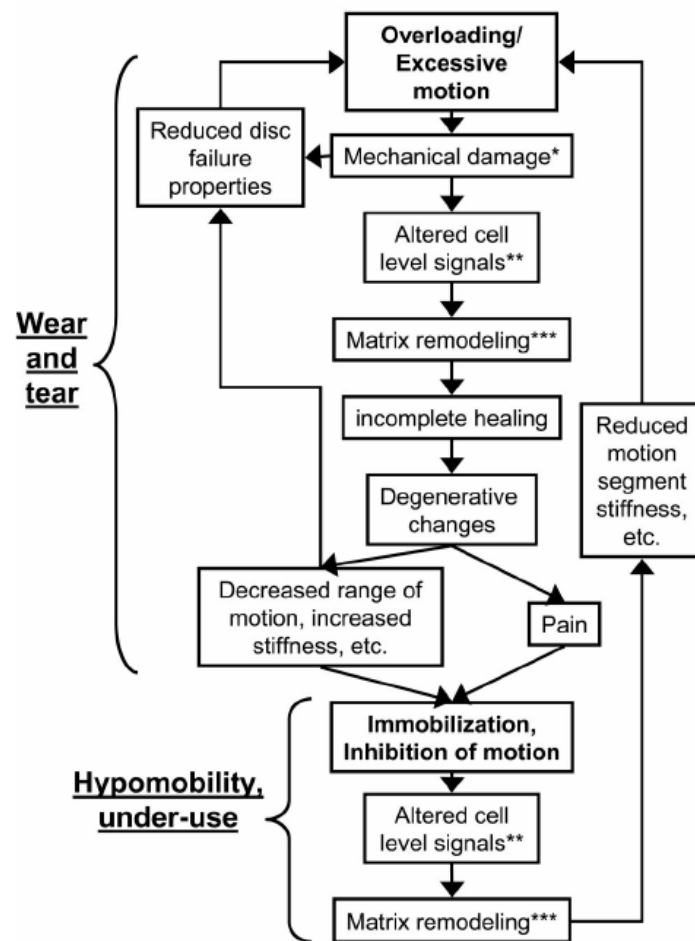
Effetti dell'immobilizzazione sul disco intervertebrale

Oltre agli effetti a carico dei muscoli, l'immobilizzazione produce effetti negativi anche sulle strutture articolari. In particolare sul disco, l'ipomobilità produce cambiamenti adattivi che possono causare debolezza dei tessuti e degenerazione, conseguente dolore ed un'ulteriore riduzione del movimento, andando a creare un circolo vizioso. (11)

Diverse spiegazioni sono state proposte per chiarire il meccanismo di indebolimento del tessuto.

L'immobilità può produrre ridotta stimolazione dell'attività metabolica delle cellule discali o un alterato trasporto dei nutrienti e dei metaboliti. Si verifica inoltre

ipercalcificazione del piatto vertebrale causando impedimento al trasporto per via diffusiva dei nutrienti. Il ridotto apporto di stimoli e di sostanze nutritive va a ridurre la sintesi di proteine, generando un rimodellamento del disco.



Questo meccanismo si verifica anche a livello delle cartilagini articolari.

Lo stato di debolezza del tessuto connettivo discale fa sì che un carico, prima considerato normale, risulti in realtà come un sovraccarico, andando a generare microlesioni a carico del tessuto stesso, provocando dolore, successivo rimodellamento ed ulteriore riduzione della mobilità.

Effetti dell'immobilizzazione sulle aree cerebrali

L'immobilizzazione non causa solo effetti a livello periferico, ma produce cambiamenti anche a carico del sistema nervoso centrale.

Nella corteccia motoria primaria la rappresentazione dei movimenti è modulata durante l'apprendimento di capacità motorie.

Uno studio di Liepert et al (12) dimostra come quattro settimane di immobilizzazione di caviglia provochino una significativa riduzione dell'area motorie relativa al tibiale anteriore. Queste differenze non sono evidenti durante i primi giorni di immobilizzazione, divengono evidenti dopo 4-6 settimane ed hanno una significativa tendenza a peggiorare con tempi di immobilizzazione più lunghi.

La riduzione dell'area motoria è più marcata a livello dei bordi dell'area stessa, una situazione paragonabile ad un quadro di deafferentazione sensitiva. L'effetto non è correlato ad un cambiamento dell'eccitabilità spinale, quindi la mancanza di attività porta ad una riduzione della rappresentazione corticale, rapidamente reversibile con qualche contrazione muscolare volontaria. Ciò indica che questi cambiamenti sono funzionali e non morfologici.

L'immobilizzazione per tempi più brevi produce invece, a parità di area della corteccia motoria, un aumento del volume della stessa, con un incremento di ampiezza dei potenziali evocati motori per i muscoli prossimali e distali adiacenti alla zona immobilizzata (13). La restrizione dei movimenti volontari e la riduzione delle esperienze sensoriali indotte dall'immobilizzazione promuove una riorganizzazione reversibile della corteccia motoria e delle sue vie discendenti.

Effetti dell'immobilizzazione sulla propriocettività e sul controllo motorio

La propriocettività é una caratteristica fondamentale per la corretta esecuzione di un movimento.

La deafferentazione propriocettiva cambia la performance motoria, alterando la coordinazione tra le diverse articolazioni poichè la perdita delle afferenze propriocettive impedisce i meccanismi sia di feedback che di feedforward che sono alla base della pianificazione del movimento e del controllo della sua esecuzione.

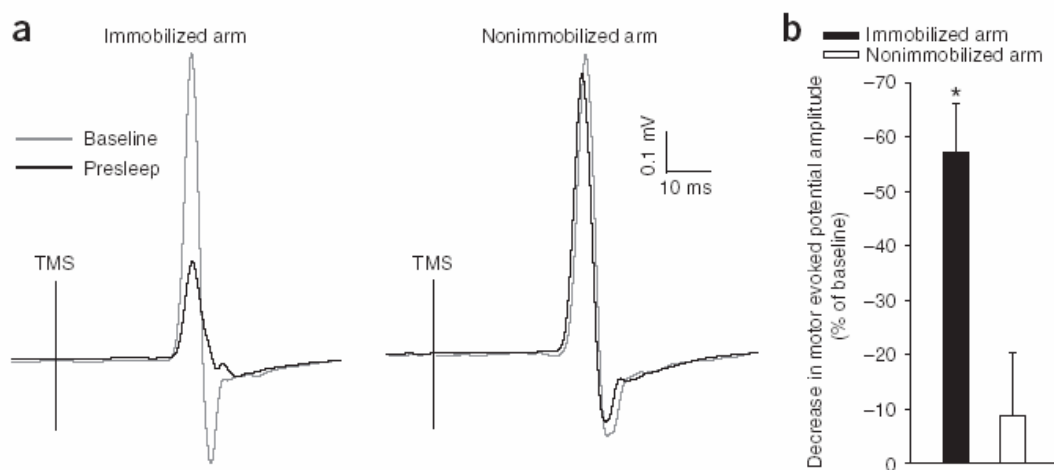
Infatti le afferenze propriocettive forniscono un segnale di feedback che produce immediate correzioni durante lo svolgimento dell'azione, ma il sistema nervoso centrale usa le afferenze propriocettive anche per formare un modello interiore del segmento motorio nonchè una memoria delle esperienze passate, da utilizzare per programmare un movimento in anticipo (meccanismo di feedforward).

Sembra inoltre che il sistema nervoso utilizzi le informazioni propriocettive, ma non quelle visive, per pianificare il preciso timing di attivazione muscolare, poichè gli input visivi producono compensazioni solo transitorie ed incomplete quando si verifica una perdita di afferenze propriocettive (14).

Mentre esistono studi sulle modificazioni del controllo motorio in seguito a deafferentazione propriocettiva, gli effetti cinematici secondari ad immobilizzazione sono ancora poco studiati.

L'immobilizzazione a lungo termine produce cambiamenti della morfologia e delle capacità contrattili del muscolo (1, 5), nonchè delle proprietà intrinseche dei motoneuroni e delle informazioni a lui afferenti (7).

Huber (15) invece ha scoperto che modificazioni della corteccia motoria possono essere provocati da periodi di immobilizzazione più breve. L'immobilizzazione di sole 12 ore dell'arto superiore può infatti causare un decadimento della performance motoria con mancata coordinazione delle articolazioni, un importante decremento dei potenziali evocati motori (PEM), un'alterazione dei potenziali evocati somato-sensitivi (PES), con aumento della latenza e riduzione di ampiezza del segnale della slow wave activity(SWA) durante il sonno.



Riduzione dei PEM dopo immobilizzazione. a) Valori di PEM prima e dopo 12 ore di immobilizzazione. b) Significativa riduzione del range dei PEM nell'arto immobilizzato (* $P < 0.05$)

Sia l'aumento della variazione del movimento durante un'attività come il reaching, sia la riduzione di ampiezza dei PES possono riflettere cambiamenti plastici indotti dall'immobilizzazione nella corteccia sensimotoria. L'immobilizzazione produce una depressione sinaptica, le cui tracce sono visibili anche durante il sonno: la SWA subisce infatti una significativa depressione in corrispondenza delle aree di Brodman 3 (corteccia sensitiva primaria) e 4 (corteccia motoria primaria) dell'arto immobilizzato.

L'aumentata variabilità nella strategia di reaching è dovuta ad un'alterata interpretazione

delle informazioni propriocettive afferenti. Gli effetti cinematici che ne derivano sono simili a quelli osservati in individui con deafferentazione propriocettiva, consistenti in una sostanziale incapacità di coordinare più articolazioni.

La SWA è probabilmente l'espressione di un rimodellamento sinaptico che ha luogo durante il sonno ed è un fenomeno locale proporzionale ad un specifico apprendimento o disapprendimento avvenuto durante le ore di veglia. La riduzione selettiva delle SWA in corrispondenza delle aree motorie e sensitive dopo 12 ore di immobilizzazione confermano la depressione sinaptica dell'area.

In un recente studio Moisello et al (14) hanno scoperto che l'aumento di variabilità nel reaching dopo 12 ore di immobilizzazione dell'arto superiore è ulteriormente incrementato sopprimendo ai soggetti in studio il feedback visivo. Questo incremento è nettamente superiore a quello osservato nel gruppo di controllo (soggetti non immobilizzati) alla soppressione dello stimolo visivo. Queste alterazioni risultano da cambiamenti della memoria propriocettiva nel modello interiore dell'arto, che avverrebbero a livello corticale. I meccanismi di feedforward, basati sui modelli interni e su memorie dinamiche dell'arto, sono quindi alla base del controllo delle dinamiche tra diversi segmenti motori. Dodici ore di immobilizzazione riducono l'attivazione delle fibre propriocettive afferenti, in particolare delle fibre Ia, creando un'alterazione delle memorie sensomotorie. Abolendo il feedback visivo non solo la traiettoria varia ulteriormente, ma aumenta l'errore nel ritrovare la posizione di partenza per l'esercizio di reaching, a indicare che il feedback visivo ha un ruolo maggiore nel controllo della posizione, piuttosto che nel controllo del movimento.

Il peggioramento della performance motoria si instaura quindi precocemente, in tempi

molto più brevi rispetto alle modificazioni morfologiche a livello periferico.

Resta da determinare per quanto tempo perdurino queste alterazioni plastiche una volta ripristinata la mobilità del segmento.

Questo effetto dell'immobilizzazione viene sfruttato terapeuticamente in alcuni casi di distonia; dopo 4-5 settimane di immobilizzazione i pazienti riportano benefici, che persistono per settimane. Si presuppone quindi che le alterazioni plastiche si mantengano a lungo nel tempo.

La propriocettività cervicale

Gli input propriocettivi provenienti dai muscoli del collo giocano un importante ruolo nella definizione del sistema di orientamento per il controllo della postura e del cammino. Le afferenze propriocettive cervicali convergono infatti con quelle vestibolari a livello dei nuclei della base e sono ulteriormente connesse con nuclei ottici.

Informazioni riguardo l'orientamento della testa in relazione al tronco sono necessarie per l'esecuzione di risposte posturali appropriate in seguito ad informazioni provenienti dai labirinti.

Una alterazione della propriocezione cervicale può influenzare il controllo posturale.

L'infiltrazione locale di anestetico a livello dei tessuti profondi del collo causa atassia e nistagmo negli animali ed atassia nell'uomo (16).

Una prolungata contrazione dei muscoli dorsali del collo può alterare il controllo

dell'equilibrio attraverso un meccanismo connesso all'affaticamento (17).

L'affaticamento influenza la scarica di afferenze dai fusi neuro-muscolari. Questo abnorme flusso generato da ripetute e prolungate contrazioni del muscolo provoca un aumento delle oscillazioni corporee, in particolar modo ad occhi chiusi, nonché un aumento della sensazione soggettiva di instabilità. Inoltre ripetute afferenze nocicettive dal collo possono alterare la percezione della verticalità.

Altri studi indagano la propiocezione cervicale utilizzando la vibrazione applicata ai muscoli; una stimolazione che provoca scariche dai recettori fusali che viene interpretata dal sistema nervoso centrale come un allungamento del muscolo (16). Essa genera effetti sulla postura eretta, sulla traiettoria durante il cammino e sulla rotazione durante il cammino sul posto (18, 19). Nella vibrazione applicata ad un muscolo laterale del collo le deviazioni di traiettoria e le rotazioni si verificano sempre controlateralmente al muscolo stimolato. Ciò suggerisce che la postura è organizzata rispetto ad uno schema corporeo, formato dall'integrazione di afferenze cervicali, visive e provenienti dai muscoli corporei (20). A conferma di ciò è stato dimostrato che afferenze dai muscoli cervicali e del vestibolo convergono in svariate aree cerebrali, incluse la giunzione temporo-parietale, sede dello schema corporeo, la corteccia insulare e retroinsulare e l'area somatosensoriale secondaria, suggerendo che tutte queste aree contribuiscano alla rappresentazione dello spazio.

La vibrazione dei muscoli del collo produce effetti posturali su tutto il corpo, sia in condizioni statiche, che dinamiche, provocando una alterazione del centro di coordinazione del baricentro (21). Una simile influenza, anche se ridotta, sulle risposte posturali è provocata da rotazioni attive/passive massimali del collo.

Il disequilibrio degli input propriocettivi cervicali, dati dalle afferenze toniche dei muscoli, può modificare la rappresentazione dell'orientamento spaziale nel contesto del controllo motorio, posturale, visuale ed oculomotore.

Un sistema propriocettivo così complesso è però ancora oggetto di poco interesse per quanto riguarda gli effetti che l'immobilizzazione può avere su di esso.

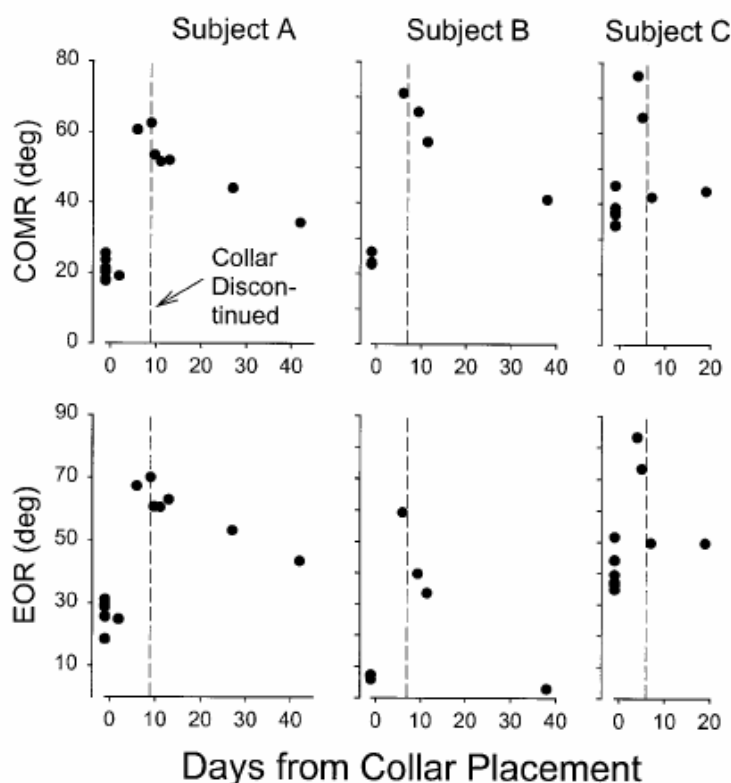
D'altra parte le commissioni etiche preposte all'approvazione degli studi non intendono rischiare di creare situazioni di alterazione posturale che non garantiscono una restitutio ad integrum dei soggetti che prendono parte agli studi*.

Effetti dell'immobilizzazione cervicale sulla propriocezione e sul controllo motorio

Esiste un solo studio (22) che indaga gli effetti dell'immobilizzazione cervicale sul controllo dei movimenti del capo e degli occhi.

Ciascun individuo esibisce una diversa propensione a muovere il capo in associazione a movimenti saccadici dello sguardo. A tre soggetti è stato fatto indossare un collare rigido per 9 giorni durante le ore di veglia. L'immobilizzazione cervicale ha prodotto in tutti e tre i soggetti una riduzione dei movimenti del capo ed un aumento del range oculare con disturbi nell'aggancio visivo. In due soggetti queste modificazioni si sono perdurate per settimane dopo la rimozione del collare.

* Dato emerso da una discussione sull'argomento con il Professor Marco Bove, neurofisiologo ricercatore presso il Dipartimento di Medicina Sperimentale, Fisiologia Umana, Genova



Timeline degli effetti dell'immobilizzazione sui movimenti del capo (COMR) e sulla motilità oculare (EOR). I valori base sono mostrati nella parte sinistra delle ascisse. Le ascisse sono calibrate sui giorni passati dall'applicazione del collare. La linea tratteggiata indica il giorno della rimozione del collare.

La persistenza delle alterazioni dei movimenti del capo dimostra una modificazione dei parametri nei circuiti di controllo motorio riflesso. Se l'alterazione fosse dovuta ad una strategia semiconscia appresa per vicariare la restrizione si sarebbe verificato un rapido ritorno ai parametri iniziali una volta rimosso il collare.

Questo studio dimostra che, in pazienti che lamentano disequilibrio in seguito a traumi remoti o o chirurgia a livello cervicale, la causa può non essere una lesione organica del sistema propriocettivo, ma piuttosto una disfunzione. Infatti una semplice restrizione dei movimenti del collo per il dolore come comportamento protettivo può produrre modificazioni prolungate nella tendenza innata del soggetto a muovere il capo. Stahl

propone che lo squilibrio tra la tendenza innata ed il comportamento adattivo in seguito a dolore potrebbe essere fonte dei sintomi. Il trattamento dovrebbe perciò essere finalizzato al ripristino della mobilità cervicale e del capo.

Uno studio di Karlberg (16) dimostra che la fisioterapia oggettivamente migliora performance posturali alterate eriduce la sensazione di instabilità in soggetti con disturbi di probabile origine cervicale. Il trattamento sperimentale prevedeva trattamento dei tessuti molli, mobilizzazioni attive/passive, tecniche di rilassamento ed un programma di esercizi da svolgere a domicilio mentre escludeva esercizi di riabilitazione vestibolare.

Pazienti con cervicalgia cronica aspecifica possiedono, rispetto ai soggetti sani, minor capacità di riportare il capo in posizione neutra dopo una massima rotazione volontaria del rachide cervicale. Ciò indica un'alterazione della cinestesia cefalica e della propriocettività cervicale.

I disordini cervicali possono di per sè provocare instabilità. La tesi più accreditata riguarda i meccanismi coinvolti nella genesi e nell'aumento di tensione muscolare nelle sindromi muscoloscheletriche dolorose. Le fibre afferenti di tipo III (sottili mielinizzate) e IV (non mielinizzate) possono essere sensibilizzate dall'aumentata concentrazione di potassio, acido lattico e acido arachidonico risultanti dalla contrazione muscolare statica (contrattura) secondaria a dolore. Le fibre III e IV hanno effetti eccitatori sui γ -motoneuroni abbastanza forti da aumentare la sensibilità dei recettori fusali. Questo potrebbe agire come un circolo vizioso che aumenta la tensione muscolare riflessa e la stiffness. L'aumentata sensibilità dei fusi neuromuscolari può essere modulata anche dal sistema nervoso simpatico che agisce sulle fibre intrafusali, creando un secondo circolo vizioso. La connessione tra il secondo neurone del dolore ed i motoneuroni spinali può

incrementare ulteriormente la tensione muscolare.

L'aumentata sensibilità dei recettori fusali può dare origine ad errati segnali propriocettivi, specialmente se i fusi nei diversi muscoli del collo sono sensibilizzati in modo ineguale. Quando le informazioni propriocettive cervicali errate convergono nel SNC con afferenze vestibolari e visive, la rappresentazione mentale dell'orientamento del corpo all'interno dello spazio può essere mal interpretata, generando una sensazione di instabilità.

Di conseguenza ogni trattamento che riduca il dolore o la tensione muscolare va ad interrompere il ciclo vizioso, migliorando la sintomatologia. Le donne sembrano avere maggiore predisposizione a sviluppare scorrette interpretazioni delle informazioni propriocettive cervicali.

Effetti dell'immobilizzazione cervicale nei pazienti con colpo di frusta

I colpi di frusta sono tra i traumi più comuni e grazie al continuo aumento del traffico la loro incidenza continua ad aumentare (23).

La “Quebeck Task Force on Whiplash Associated Disorders (WAD)” (24) nel 1995 ha definito il colpo di frusta come un meccanismo di accelerazione-decelerazione che trasferisce energia al collo che può risultare da un impatto, prevalentemente in collisioni automobilistiche. L'energia trasferita al collo può risultare in lesioni ossee o ai tessuti molli (whiplash injuries) che possono poi dar luogo ad una vasta varietà di manifestazioni cliniche (whiplash associated disorders).

Un recente studio riporta che gli effetti a lungo termine delle WAD secondarie ad incidente d'auto mostrano sequele nel 55% dei soggetti colpiti a ben 17 anni di distanza (25).

Il trattamento standard per i colpi di frusta prevede riposo e posizionamento di un collare in modo da immobilizzare il rachide cervicale. Di seguito riportati nella tabella si possono vedere gli studi degli ultimi venti anni che hanno indagato l'utilità dell'immobilizzazione cervicale, comparandola ad altri tipi di trattamenti.

Autore Anno	Titolo	Tipo	Pz	Follow up	Trattamento	Conclusioni
Kongsted et al 2007	Neck collar, 'act-as-usual' or active mobilization for whiplash injury: a randomized parallel-group trial	RCT	458	3 mesi 6 mesi 1 anno	Collare vs uso abituale vs trattamento attivo	Nessuna differenza statistica tra uso abituale e trattamento attivo; i soggetti trattati con collare cervicale hanno outcome peggiori per dolore, disabilità e cefalea.

Dehnen 2006	Comparison of the relative benefits of 2 versus 10 days of soft collar cervical immobilization after acute whiplash injury	RCT	70 Con WAD 2	2 mesi 6 mesi	Immobilizzazione cervicale per 2 gg vs 10 gg	Nessuna differenza significativa tra i due gruppi per dolore, ROM e disabilità.
Vassiliou 2006	Physical therapy and active exercises--an adequate treatment for prevention of late whiplash syndrome? Randomized controlled trial in 200 patients	RCT	200	1 sett 6 sett 6 mesi	Immobilizzazione per 7 gg vs esercizi attivi	Il trattamento attivo riduce il dolore in modo significativo a 6 settimane ed a 6 mesi rispetto all'uso del collare.
Seferiadis 2004	A review of treatment interventions in whiplash-associated disorders	RW				Nelle WAD acute l'attività fisica precoce é raccomandata rispetto all'uso di collare cervicale.
Schnabel 2004	Randomised, controlled outcome study of active mobilisation compared with collar therapy for whiplash injury	RCT	200	6 sett	Collare vs mobilizzazione precoce	La mobilizzazione ha migliori effetti sulla riduzione del dolore e della disabilità.
Rosenfeld * 2003	Active intervention in patients with whiplash-associated disorders improves long-term prognosis: a randomized controlled clinical trial	RCT	97	3 anni	Collare vs trattamento attivo; Intervento precoce vs dopo 2 settimane	Il trattamento attivo riduce sintomi e dolore a lungo termine. I pz con trattamento attivo precoce hanno un Rom paragonabile ai sani.
Scholten-Peeters 2002	Clinical practice guideline for the physiotherapy of patients with whiplash-associated disorders.	RW				Evidenza dell'effetto positive dell'intervento attivo (esercizi, educazione, allenamento).

*Gli studi di Rosenfeld 2000 e 2003 fanno parte dello stesso studio, con follow up successivo

Peeters 2001	The efficacy of conservative treatment in patients with whiplash injury: a systematic review of clinical trials	RW				Il trattamento attivo ha maggiore efficacia rispetto a riposo ed immobilizzazione.
Rosenfeld * 2000	Early intervention in whiplash-associated disorders: a comparison of two treatment protocols	RCT	97	6 mesi	Collare vs trattamento attivo; Intervento precoce vs dopo 2 settimane	Il trattamento attivo precoce riduce significativamente la sintomatologia. ROM equiparabile tra i diversi gruppi.
Borchgrevink 1998	Acute treatment of whiplash neck sprain injuries. A randomized trial of treatment during the first 14 days after a car accident	RCT	201	6 mesi	Uso abituale vs collare per 14 gg	Miglioramento nella sintomatologia e nella mobilità per il gruppo con uso abituale del collo.
Spitzer 1995	Scientific monograph of the Quebec Task Force on Whiplash-Associated Disorders: redefining "whiplash" and its management	RW				Limitare l'immobilizzazione. Trattamento basato su mobilizzazione, educazione ed esercizi.
McKinney 1989	Early mobilisation and outcome in acute sprains of the neck	SPR	247	2 anni	Riposo vs fisioterapia vs int. Educazionale. Tutti indossano il collare per periodi più brevi possibili	Il trattamento educativo ha più efficacia della fisioterapia a lungo termine. L'uso prolungato del collare è associato con la persistenza dei sintomi.
Mealy 1986	Early mobilization of acute whiplash injuries	RCT	61	8 sett	Immobilizzazione vs mobilizzazione precoce	La mobilizzazione precoce reduce significativamente il dolore ed incrementa il ROM.

RCT= studio clinico randomizzato

RW= revisione sistematica della letteratura

SPR= studio prospettivo randomizzato singolo cieco

Nella letteratura c'è accordo che i programmi di mobilizzazione hanno dimostrato di avere effetti migliori rispetto all'applicazione di collare e riposo. Anche il solo consiglio di utilizzare il collo come al solito produce effetti migliori rispetto all'uso del collare.

Nonostante queste indicazioni (presenti da ben vent'anni) l'applicazione del collare è ancora il trattamento più utilizzato nei pazienti con colpo di frusta.

I sintomi che accompagnano il colpo di frusta, le cosiddette WAD, includono dolore cervicale, cefalea, vertigini, nausea, disturbi visivi ed acustici e vari disturbi cognitivi ed emozionali. Alcuni studi hanno dimostrato disfunzioni oculomotorie patologiche in pazienti con colpo di frusta; queste possono essere spiegate con il coinvolgimento del sistema propriocettivo cervicale (37). E' probabile che il sistema propriocettivo subisca lesioni organiche, o alterazioni nella regolazione e trasmissione delle afferenze.

La chinestesia cervicocefalica è legata a informazioni provenienti dai muscoli estensori e dal sistema propriocettivo articolare. I pazienti che hanno subito un colpo di frusta producono errori nel riposizionare la testa in posizione neutra nel 62% dei casi a distanza di due anni.

Esiste una buona associazione tra le funzioni oculomotorie ed il controllo motorio del capo e chinestesia cervicale. La restrizione dei movimenti cervicali ed il cambiamento di qualità delle informazioni propriocettive dalla regione cervicale influenzano la motilità volontaria dell'occhio. Questo può essere mediato, come visto prima, dalla sensibilizzazione dei recettori fusali scatenata da una contrazione isometrica come comportamento adattivo al dolore.

Gran parte delle WAD possono perciò essere spiegate come manifestazioni dell'alterata integrazione delle afferenze propriocettive.

Conclusioni

L'immobilizzazione è causa di diverse alterazioni, sia di tipo organico, come modificazioni strutturali delle fibre muscolari o rimodellamento dei dischi articolari, sia di tipo funzionale, andando a generare modificazioni nelle cortecce sensomotorie e nei centri di integrazione delle informazioni propriocettive.

Le afferenze propriocettive a livello cervicale svolgono una fondamentale funzione nel controllo della postura e del senso di orientamento, andando ad integrarsi con afferenze vestibolari e visive.

In seguito ad un trauma, come il colpo di frusta, possono generarsi a livello cervicale meccanismi che producono informazioni propriocettive errate che possono creare disturbi quali senso di instabilità e vertigini.

L'utilizzo di un collare cervicale in seguito a colpo di frusta è dimostrato peggiorare o perdurare un quadro sintomatologico doloroso, con sintomi associati quali cefalea, disabilità, discinesia, instabilità/vertigini e disturbi oculari.

Come visto in studi sugli arti, l'immobilizzazione genera soppressione delle informazioni propriocettive che possono ripercuotersi sui sistemi di integrazione a livello centrale.

L'immobilizzazione cervicale nei soggetti sani è in grado di provocare disturbi di comportamento motorio ed oculomotori, disturbi che permangono a lungo anche dopo la rimozione del collare.

L'alterazione delle afferenze e delle integrazioni propriocettive dovute alla precoce immobilizzazione cervicale potrebbe andare ad associarsi ad altri meccanismi di genesi di scorrette informazioni propriocettive che potrebbero in parte spiegare gli effetti nocivi

dell'utilizzo del collare in soggetti con colpo di frusta.

Queste supposizioni sono puramente teoriche, mancando nella letteratura studi che chiariscano i meccanismi degli effetti dell'immobilizzazione cervicale.

Inoltre i pochi studi sull'argomento hanno qualità metodologica scarsa.

Bisogna quindi incoraggiare studi volti a determinare gli effetti dell'immobilizzazione cervicale sulla propriocettività.

Resta comunque una larga evidenza allo sconsigliare l'utilizzo del collare cervicale in seguito a colpo di frusta, evidenza anche di tipo economico poichè i costi prodotti dal trattamento con collare a lungo termine sono superiori sia in termini di prestazioni mediche, sia di giorni di assenza dal lavoro, a causa delle protratte sequele. (38)

Bibliografia

1. Seki K, Taniguchi Y, Narusawa M. *Effects of joint immobilization on firing rate modulation of human motor units.* J Physiol. 2001 Feb 1;530(Pt 3):507-19
2. Urso ML, Clarkson PM, Price TB. *Immobilization effects in young and older adults.* Eur J Appl Physiol. 2006 Mar;96(5):564-71
3. Ibebunjo C, Martyn JA. *Fiber atrophy, but not changes in acetylcholine receptor expression, contributes to the muscle dysfunction after immobilization.* Crit Care Med. 1999 Feb;27(2):275-85
4. Okita M, Yoshimura T, Nakano J, Motomura M, Eguchi K. *Effects of reduced joint mobility on sarcomere length, collagen fibril arrangement in the endomysium, and hyaluronan in rat soleus muscle.* J Muscle Res Cell Motil. 2004;25(2):159-66
5. Bey L, Akunuri N, Zhao P, Hoffman EP, Hamilton DG, Hamilton MT. *Patterns of global gene expression in rat skeletal muscle during unloading and low-intensity ambulatory activity.* Physiol Genomics. 2003 Apr 16;13(2):157-67.
6. Gondin J, Guede M, Maffiuletti NA, Martin A. *Neural activation of the triceps surae is impaired following 2 weeks of immobilization.* Eur J Appl Physiol. 2004 Dec;93(3):359-65
7. Seki K, Taniguchi Y, Narusawa M. *Alterations in contractile properties of human skeletal muscle induced by joint immobilization.* J Physiol. 2001 Feb 1;530(Pt 3):521-32

-
8. Semmler JG, Kutzscher DV, Enoka RM. *Limb immobilization alters muscle activation patterns during a fatiguing isometric contraction.* Muscle Nerve. 2000 Sep;23(9):1381-92.
 9. Bodor M. *Muscle endurance after limb immobilization.* Muscle Nerve. 2002 Jun;25(6):923-4; author reply 924-5
 10. Urso ML, Clarkson PM, Price TB. *Immobilization effects in young and older adults.* Eur J Appl Physiol. 2006 Mar;96(5):564-71
 11. Stokes IA, Iatridis JC. *Mechanical conditions that accelerate intervertebral disc degeneration: overload versus immobilization.* Spine. 2004 Dec 1;29(23):2724-32.
 12. Liepert J, Tegenthoff M, Malin JP. *Changes of cortical motor area size during immobilization.* Electroencephalogr Clin Neurophysiol. 1995 Dec;97(6):382-6.
 13. Zanette G, Tinazzi M, Bonato C, di Summa A, Manganotti P, Polo A, Fiaschi A. *Reversible changes of motor cortical outputs following immobilization of the upper limb.* Electroencephalogr Clin Neurophysiol. 1997 Aug;105(4):269-79.
 14. Moisello C, Bove M, Huber R, Abbruzzese G, Battaglia F, Tononi G, Ghilardi MF. *Short-term limb immobilization affects motor performance.* J Mot Behav. 2008 Mar;40(2):165-76.
 15. Huber R, Ghilardi MF, Massimini M, Ferrarelli F, Riedner BA, Peterson MJ, Tononi G. *Arm immobilization causes cortical plastic changes and locally decreases sleep slow wave activity.* Nat Neurosci. 2006 Sep;9(9):1169-76

-
16. Karlberg M, Magnusson M, Malmström EM, Melander A, Moritz U.
Postural and symptomatic improvement after physiotherapy in patients with dizziness of suspected cervical origin.
Arch Phys Med Rehabil. 1996 Sep;77(9):874-82.
 17. Schieppati M, Nardone A, Schmid M. *Neck muscle fatigue affects postural control in man.* Neuroscience. 2003;121(2):277-85.
 18. Bove M, Diverio M, Pozzo T, Schieppati M. *Neck muscle vibration disrupts steering of locomotion.* J Appl Physiol. 2001 Aug;91(2):581-8.
 19. Bove M, Courtine G, Schieppati M. *Neck muscle vibration and spatial orientation during stepping in place in humans.* J Neurophysiol. 2002 Nov;88(5):2232-41
 20. Bove M, Bricchetto G, Abbruzzese G, Marchese R, Schieppati M.
Neck proprioception and spatial orientation in cervical dystonia.
Brain. 2004 Dec;127(Pt 12):2764-78
 21. Bove M, Bonzano L, Trompetto C, Abbruzzese G, Schieppati M.
The postural disorientation induced by neck muscle vibration subsides on lightly touching a stationary surface or aiming at it.
Neuroscience. 2006 Dec 28;143(4):1095-103
 22. Stahl JS.. *Adaptive plasticity of head movement propensity*
Exp Brain Res. 2001 Jul;139(2):201-8.
 23. Dehner C, Hartwig E, Strobel P, Scheich M, Schneider F, Elbel M, Kinzl L, Kramer M. *Comparison of the relative benefits of 2 versus 10 days of soft collar cervical immobilization after acute whiplash injury*
Archives of Physical Medicine and Rehabilitation 2006 Nov;87(11):1423-1427

-
24. Spitzer WO, Skovron ML, Salmi LR, Cassidy JD, Duranceau J, Suissa S, Zeiss E.
Scientific monograph of the Quebec Task Force on Whiplash-Associated Disorders: redefining "whiplash" and its management.
Spine. 1995 Apr 15;20(8 Suppl):1S-73S. Review
25. Bunketorp L, Nordholm L, Carlsson J. *A descriptive analysis of disorders in patients 17 years following motor vehicle accidents.*
Eur Spine J. 2002 Jun;11(3):227-34
26. Kongsted A, Qerama E, Kasch H, Bendix T, Winther F, Korsholm L, Jensen TS
Neck collar, 'act-as-usual' or active mobilization for whiplash injury: a randomized parallel-group trial
Spine 2007 Mar 15;32(6):618-626
27. Vassiliou T, Kaluza G, Putzke C, Wulf H, Schnabel M.
Physical therapy and active exercises--an adequate treatment for prevention of late whiplash syndrome? Randomized controlled trial in 200 patients.
Pain. 2006 Sep;124(1-2):69-76
28. Seferiadis A, Rosenfeld M, Gunnarsson R.
A review of treatment interventions in whiplash-associated disorders.
Eur Spine J. 2004 Aug;13(5):387-97. Epub 2004 May 5
29. Schnabel M, Ferrari R, Vassiliou T, Kaluza G.
Randomised, controlled outcome study of active mobilisation compared with collar therapy for whiplash injury.
Emerg Med J. 2004 May;21(3):306-10

-
30. Rosenfeld M, Seferiadis A, Carlsson J, Gunnarsson R.
Active intervention in patients with whiplash-associated disorders improves long-term prognosis: a randomized controlled clinical trial.
Spine. 2003 Nov 15;28(22):2491-8
31. Scholten-Peeters GG, Bekkering GE, Verhagen AP, van Der Windt DA, Lanser K, Hendriks EJ, Oostendorp RA.
Clinical practice guideline for the physiotherapy of patients with whiplash-associated disorders.
Spine. 2002 Feb 15;27(4):412-22
32. Peeters GG, Verhagen AP, de Bie RA, Oostendorp RA.
The efficacy of conservative treatment in patients with whiplash injury: a systematic review of clinical trials.
Spine. 2001 Feb 15;26(4):E64-73. Review
33. Rosenfeld M, Gunnarsson R, Borenstein P.
Early intervention in whiplash-associated disorders: a comparison of two treatment protocols.
Spine. 2000 Jul 15;25(14):1782-7
34. Borchgrevink GE, Kaasa A, McDonagh D, Stiles TC, Haraldseth O, Lereim I.
Acute treatment of whiplash neck sprain injuries. A randomized trial of treatment during the first 14 days after a car accident.
Spine. 1998 Jan 1;23(1):25-31
35. McKinney LA.
Early mobilisation and outcome in acute sprains of the neck.
BMJ. 1989 Oct 21;299(6706):1006-8

36. Mealy K, Brennan H, Fenelon GC.

Early mobilization of acute whiplash injuries.

Br Med J (Clin Res Ed). 1986 Mar 8;292(6521):656-7

37. Heikkilä HV, Wenngren BI.

Cervicocephalic kinesthetic sensibility, active range of cervical motion, and oculomotor function in patients with whiplash injury.

Arch Phys Med Rehabil. 1998 Sep;79(9):1089-94.

38. Rosenfeld M, Seferiadis A, Gunnarsson R.

Active involvement and intervention in patients exposed to whiplash trauma in automobile crashes reduces costs: a randomized, controlled clinical trial and health economic evaluation. Spine. 2006 Jul 15;31(16):1799-804.