

# **MASTER**

In

## **Riabilitazione dei disordini Muscoloscheletrici**

Università degli Studi di Genova

Facoltà di Medicina e Chirurgia

**Anno accademico 2004-2005**

**Deficit propriocettivo nel  
tratto cervicale: qual' è  
l'influenza sul controllo  
posturale generale?**

# **DEFICIT PROPRIOCETTIVO NEL TRATTO CERVICALE : QUAL'E' L'INFLUENZA SUL CONTROLLO POSTURALE GENERALE?**

## **INTRODUZIONE** : basi di Neurofisiologia

L'espressione "controllo posturale" si riferisce all'insieme dei processi statici e dinamici che condizionano la disposizione del corpo nello spazio e quella delle sue parti mobili, le une in rapporto alle altre, con conservazione della specifica orientazione rispetto alla gravità.

La propiocezione dei muscoli è un meccanismo sensoriale primario per il controllo motorio. Infatti, la propiocezione riguarda: la sensazione di posizione e movimento delle articolazioni, la sensazione di forza e pesantezza del carico esterno e la sensazione delle caratteristiche temporali della contrazione muscolare.<sup>1</sup>

Le componenti spinali del tono posturale si distinguono in sistemi afferenti e sistemi efferenti.

I sistemi afferenti sono rappresentati da fibre sensitive che rivestono un ruolo nel controllo riflesso della postura ed hanno le seguenti caratteristiche:

- 1) lo stimolo adeguato per le terminazioni sensitive deve essere quello della gravità e/o di altre forze agenti sulle varie parti del corpo;
- 2) durante l'applicazione di questo stimolo la scarica afferente deve essere mantenuta nel tempo;
- 3) le connessioni centrali devono dar luogo ad una facilitazione dei nuclei motori dei muscoli antigravitari.

Numerosi recettori soddisfano queste caratteristiche: recettori propiocettivi, esterocettivi ed, in alcuni casi, enterocettivi.

La componente propriocettiva è affidata essenzialmente ai fusi neuromuscolari e agli organi muscolotendinei di Golgi.

L'informazione raggiunge particolari strutture del S.N.C. dove rappresenta un elemento fondamentale per la programmazione e per il controllo della statica e del movimento.

I principali tra i propriocettori sono i fusi neuromuscolari e gli organi muscolotendinei di Golgi. Entrambi fanno parte della categoria dei recettori da stiramento, perché sono sensibili a modificazioni fisiche indotte nel muscolo da uno stiramento, ma, a causa della loro diversa disposizione anatomica, i fusi neuromuscolari inviano al S.N. informazioni concernenti la lunghezza del muscolo, mentre gli organi muscolotendinei del Golgi segnalano il grado di tensione sviluppata dal muscolo.

I recettori della capsula articolare (corpuscoli di Pacini e terminazioni di Ruffini) e gli organi muscolo tendinei di Golgi, possono anch'essi contribuire alla sensazione propriocettiva.<sup>14</sup>

Altre terminazioni sensitive situate all'interno e in prossimità delle articolazioni comprendono i corpuscoli di Pacini, presenti anche nei muscoli, corpuscoli di Ruffini e terminazioni nervose libere.

Anche i recettori cutanei sono in grado di evocare risposte posturali.

Il contributo alla regolazione della postura è esercitato anche dagli enterocettori, quali corpuscoli del Pacini ed altri tenso e pressocettori viscerali, attivati dallo spostamento delle strutture mesenteriche e retroperitoneali in seguito a cambiamenti di posizione .

Le informazioni sensoriali e in ingresso attraverso una radice dorsale non si limitano a produrre effetti riflessi localizzati al loro specifico segmento, ma evocano anche risposte a distanza coinvolte nel coordinamento tra gli arti.

I recettori della propiocezione nel collo comprendono i fusi neuromuscolari che sono presenti abbondantemente nei muscoli intervertebrali e dorsali.<sup>14</sup>

Le afferenze da questi muscoli, hanno un effetto profondo sui riflessi posturali.<sup>17</sup>

L'informazione afferente dai fusi neuromuscolari, fornisce informazioni circa l'allungamento del muscolo e la velocità di modificazione dell'allungamento.

Quando il muscolo è sottoposto ad accorciamento, l'innervazione dei motoneuroni gamma, mantiene l'allungamento del fuso corrispondente alla lunghezza del muscolo.

Il sistema nervoso centrale resta informato da questo meccanismo, sull'allungamento del muscolo anche quando viene accorciato.

Alcuni studi,<sup>2</sup> mostrano che la propiocezione, non è indispensabile nella programmazione o nella produzione di movimenti di singole articolazioni, ma è determinante nella correzione di errori di programmazione e di errori di direzione e forza.

In accordo con (Lashley 1971; Kelso and Holt 1980; Rothwell et al 1982; Sanes et al 1985; Forget and Lamarre 1987; Ghez et al 1990; Gamdevia, and Burke 1992 Blouin et al 1993; Gentilucci et al 1994), tali studi hanno mostrato che in assenza di afferenze propriocettive, il controllo del movimento grossolano era preservato.<sup>2</sup> L'organizzazione periferica è necessaria per il controllo e l'organizzazione di un movimento preciso.

Una propiocezione consapevole è fondamentale ai fini di una corretta funzionalità articolare negli sports, nelle attività quotidiane e nel lavoro.

Qualsiasi carenza può causare una ridotta funzionalità.<sup>14</sup>

Un ruolo essenziale, all'interno delle afferenze segmentarie capaci di influenzare a distanza le eccitabilità dei nuclei motori antigravitari, è svolto dai propriocettori del collo.

Alcune ricerche suggeriscono che i segnali propriocettivi del collo sono più efficaci di quelli vestibolari, nel segnalare cambiamenti nella posizione di oggetti fermi rispetto al corpo, durante il movimento capo-tronco.<sup>3</sup>

Con la comparsa del movimento indipendente della testa, la disponibilità di informazioni circa il vettore gravitazionale in azione sul capo non è più adeguata a far conoscere ai centri di controllo la posizione del corpo, rendendosi necessario un monitoraggio relativo alla posizione della testa rispetto al tronco. Tali informazioni afferenti, fornite da recettori di tipo articolare e da tensocettori localizzati nelle articolazioni atlanto-occipitale e atlanto-assiale, sono responsabili degli aggiustamenti posturali riflessi osservabili nell'animale privato del labirinto.

I sistemi efferenti sono coinvolti nel determinare l'espressione finale dell'integrazione posturale che è determinata dalla combinazione dei nuclei motori attivati e dal pattern di reclutamento motoneuronale all'interno di ogni nucleo.

Per quanto riguarda la componente sopraspinale del tono posturale, la funzione del S.N.C nel controllo posturale è essenzialmente quella di trasformare un

flusso omogeneo di impulsi afferenti in una attivazione regolare e sostenuta di appropriati nuclei motoneuronali.

Anche le risposte posturali a feed-forward (anticipatorie), sono un meccanismo utilizzato dal sistema nervoso centrale per regolare il controllo motorio muscolare e contribuiscono al mantenimento della stabilità per i sistemi visivo e vestibolare, mentre garantiscono la stabilità e la propriocezione della colonna cervicale.<sup>4</sup>

Ci sono molte evidenze dell'attivazione a feed-forward della muscolatura dell'arto e del tronco in risposta a perturbazioni.<sup>4</sup>

L'attivazione addizionale necessaria a portare i patterns posturali potenziali a livello di espressione efficace proviene da varie sorgenti sopraspinali del tono posturale: quella vestibolare, reticolare e cerebellare.

L'apparato vestibolare costituisce un importante sistema sensoriale per il mantenimento della postura e per l'equilibrio corporeo durante l'esecuzione dei movimenti volontari. Il contributo labirintico al controllo posturale è costantemente correlato alle informazioni supplementari provenienti dai recettori del collo (Frederickson et al 1966). La risposta finale ad una situazione perturbante e destabilizzante richiede dunque l'integrazione dei messaggi in arrivo dalle due sorgenti.

Alcuni studi si riferiscono al contributo della componente cervicale e vestibolare nel cambiamento delle posizioni del tronco durante il movimento, e sono stati analizzati i meccanismi attraverso cui il sistema nervoso centrale aggiorna la rappresentazione interna della posizione di un oggetto durante i movimenti dell'occhio, del capo o di locomozione.

In conclusione, si evince che i segnali propriocettivi possono avere chiari vantaggi sull'input vestibolare nell'adeguare l'orientamento del tronco rispetto a un oggetto, durante le rotazioni capo-tronco. La propriocezione può fornire informazioni riguardo alla posizione diretta, mentre i segnali vestibolari forniscono solo segnali dinamici durante il movimento del capo (Abrahams and Richmond 1988; Kornhuber 1979).<sup>3</sup>

Il controllo posturale esercitato dalla componente reticolare avviene in stretta cooperazione con il controllo vestibolare e prende origine dalla sostanza reticolare pontina dorsolaterale.

## Propriocezione e integrazione centrale

Si è focalizzata l'attenzione sul fatto che il processo centrale degli input propriocettivi che si presenta da numerosi muscoli, contribuisce sia alla "consapevolezza" che al controllo posturale corporeo.<sup>5</sup>

Gli input dei fusi muscolari formano una "catena propriocettiva" che unisce in modo funzionale i muscoli dell'occhio con i muscoli del piede.

Il controllo della postura eretta umana è analizzato attraverso lo studio di come i messaggi propriocettivi, che nascono dai muscoli della caviglia e del collo, possono essere integrati dal sistema nervoso centrale.

Nello studio, venivano applicate vibrazioni meccaniche a diversi muscoli della caviglia o del collo o di entrambe e furono analizzate l'ampiezza e la direzione specifica delle oscillazioni del corpo attraverso il centro della pressione del piede tramite una piattaforma di forza.<sup>5</sup>

Per i muscoli della caviglia, la direzione delle risposte posturali era opposta alla direzione dell'allungamento muscolare simulato dall'applicazione delle vibrazioni.

Per i muscoli del collo, al contrario l'applicazione della vibrazione ha dato origine a delle oscillazioni corporee dirette nella stessa direzione dell'allungamento simulata nel muscolo sottoposto a vibrazione. Quando il sistema nervoso centrale riceve dai fusi neuromuscolari il messaggio dell'allungamento del muscolo sottoposto a vibrazione e dello squilibrio del corpo, si scatena una risposta posturale tendente a ristabilire la posizione corporea iniziale.

La spiegazione è che questa risposta risulta da un processo combinato dei muscoli del collo e dell'informazione propriocettiva vestibolare.

Per esempio nella vibrazione del muscolo dorsale del collo, un messaggio propriocettivo indica che il capo è inclinato rispetto al tronco, mentre il messaggio vestibolare indica che il corpo rimane eretto.<sup>5</sup>

Gli input degli arti inferiori agiscono soprattutto per modulare risposte posturali automatiche, una volta che questi sono stati innescati da impulsi prossimali che originano dagli arti superiori o dal tronco, in assenza di tale modulazione, i movimenti del tronco risultano cambiati.<sup>6</sup>

Come già sostenuto in vari studi (Lekhnel et al 1996), che l'S.N.C. è in grado di integrare le informazioni vestibolari e propriocettive del collo per favorire il controllo posturale (Gurfinkel et al 1995; Hlavacka et al 1958; Lund and Broberg 1983). Si conclude sostenendo che l'informazione propriocettiva dei muscoli della caviglia e del collo, può essere utilizzata per due funzioni: controllo dell'equilibrio e orientamento del corpo, con integrazione centrale di entrambe. Inoltre, riguardo al ruolo dei muscoli del collo, Fukuda ha dimostrato che l'orientamento dell'oscillazione dell'intero corpo del soggetto durante la deambulazione sul posto, dipende strettamente dalla posizione del capo (Fukuda 1959; Uschio et al 1976).

I risultati suggeriscono che le informazioni propriocettive dei muscoli della parte superiore del corpo, partecipano principalmente ai processi di orientamento posturale coinvolti nel raggiungimento di un obiettivo predefinito e che l'informazione propriocettiva multipla è integrata dal S.N.C. per orientare in modo permanente il corpo mentre rimane in equilibrio.

Lo "schema posturale corporeo", che è considerato una rappresentazione inconscia della configurazione e della dinamica del corpo, può essere una struttura di riferimento che il sistema nervoso centrale adopera continuamente per ristabilire l'equilibrio corporeo o il suo orientamento.(Clément et al 1984; Gurfinkel et al 1988,1995; Lestienne and Gurfinkel 1988).

Il controllo posturale è quindi inteso non soltanto in termini di un processo automatico regolatore per il mantenimento dell'equilibrio corporeo, ma anche in termini di processo di "alto livello", comprendente la rappresentazione spaziale corporea.

## Il controllo propriocettivo della postura

Recenti studi suggeriscono che gli impulsi del tronco e dell'anca possono essere più importanti nell'innescare delle correzioni dell'equilibrio umano e che l'impulso propriocettivo proveniente dagli arti inferiori serve soprattutto per il risultato finale e la coordinazione intermuscolare dei movimenti che presiedono alla postura e alla deambulazione.<sup>7</sup>

Alcuni studi mostrano che qualsiasi risposta posturale automatica, innescata entro i primi 200ms, poteva essere ben avviata dai recettori situati nel ginocchio, nell'anca o nel tronco.<sup>6</sup>

I movimenti che presiedono alla postura e alla deambulazione sono organizzati centralmente in due livelli :

- il primo livello riguarda la generazione di risposte centrali direzione – specifiche basate principalmente su input propriocettivi che derivano dall'anca e dal tronco, e secondariamente su input vestibolari. Tali risposte specificano le caratteristiche spaziali dell'attivazione muscolare; cioè quali sono i gruppi muscolari attivati per primi, i tempi che intercorrono tra l'attivazione di due gruppi muscolari e l'esatta sequenza con cui vengono attivati.
- Il secondo livello è implicato nel modellamento delle risposte centrali in base a stimoli multisensoriali (propriocettivi da tutti i segmenti corporei e vestibolari) in modo che i movimenti del corpo si adattino alle diverse condizioni ambientali.<sup>7</sup>

La natura basilare dell'organizzazione direzione-specifica degli aggiustamenti posturali, prima identificati negli arti inferiori e nei muscoli del tronco, è presente anche nel collo.<sup>4</sup>

Gurfinkel et al hanno dimostrato che l'accelerazione all'indietro del capo precede una perturbazione interna della flessione dell'arto superiore che coincide con un aumento dell'attività del muscolo trapezio e del muscolo splenio del capo.

E' evidente che i muscoli flessori ed estensori del collo, erano co-attivati durante i movimenti unilaterali e bilaterali del braccio in tutte le direzioni.

Gli autori suggerivano che l'attivazione anticipatoria muscolare procurava una fissazione posturale generale della colonna cervicale.<sup>4</sup>

Anche l'attivazione a feed-forward dei muscoli del collo è un meccanismo necessario al raggiungimento della stabilità del capo per i sistemi visivo e vestibolare, mentre garantisce la stabilità e la protezione del rachide cervicale.<sup>4</sup>

E' probabile che la chinestesia cervicocefalica sia collegata all'informazione proveniente dal vasto sistema propriocettivo muscolare ed articolare.<sup>18</sup>

L'orientamento del capo nello spazio in rapporto al tronco, fa uso di stimoli propriocettivi visivi, vestibolari e cervicali.<sup>8</sup>

In conclusione, il sistema propriocettivo del muscolo del collo può influenzare il sistema oculomotorio e vestibolare.<sup>19</sup>

## Il deficit propriocettivo del tratto cervicale,

Alcuni studi hanno analizzato la sensibilità chinestesica cervicocefalica, il raggio di movimento attivo cervicale e la funzione oculomotoria nei soggetti con lesione da colpo di frusta.<sup>8</sup>

E' risultato che la restrizione del movimento cervicale e i cambiamenti nella qualità dell'informazione propriocettiva proveniente dalla colonna cervicale, interessano i movimenti volontari dell'occhio. Un trauma in flessione ed estensione del collo, può indurre come risultato una disfunzione del sistema propriocettivo.

E' probabile che nel whiplash la propiocezione sia primariamente coinvolta, o a causa di lesioni o di menomazioni funzionali dei recettori muscolari ed articolari, o a causa di alterazioni nel tono e nell'integrazione afferente<sup>8</sup>

Nel whiplash, la colonna cervicale del guidatore subisce un'iperestensione seguita da un movimento di iperflessione.

I sintomi iniziali sono caratterizzati da : dolore al collo, sensazione di sbandamento, vertigini e mal di testa.

E' probabile allora che, in queste condizioni, l'informazione trasmessa dai fusi neuromuscolari sia imprecisa e che si risolva in una alterazione della sensibilità propriocettiva.<sup>14</sup>

Anche nella lesione indotta dal whiplash, viene mostrato dagli autori, <sup>8-14</sup>un deficit nel riprodurre una posizione "target" del collo e nella capacità di riprodurre la posizione "neutrale" del capo . Questo perché la capacità di riprodurre la posizione del capo, come per l'equilibrio, richiede un'integrazione di informazioni propriocettive.

Le articolazioni faccettarie cervicali sono state documentate come una fonte di dolore nel dolore cronico, in particolare dopo un danno cervicale come il colpo di frusta.<sup>10</sup>

In uno studio sull'equilibrio, su soggetti sani e su soggetti con precedente trauma, Bly and Sinnot hanno scoperto che gli individui con precedente lesione, mostravano più oscillazioni posturali ed erano significativamente meno in grado di mantenere l'equilibrio su un piede solo.<sup>14</sup>

Altri studi<sup>13</sup> , in accordo, con l'ipotesi che un input propriocettivo anomalo del collo può produrre effetti di disturbo sulla postura e influenzare la percezione della posizione del segmento corporeo,(Sharpe and Miles, 1993; Carpenter et al,1998; Taimela et al, 1999 Taylor et al 2000); dimostrano che la stanchezza circoscritta ai muscoli del collo può influenzare i meccanismi centrali del controllo muscolare, producendo un input al S.N.C, associato a cambiamenti regionali che accompagnano la stanchezza.

Recentemente è stata data attenzione al ruolo potenziale della disfunzione dei meccanocettori cervicali, in pazienti con dolore cervicale cronico.<sup>10</sup>

Sebbene le capsule delle articolazioni faccettarie cervicali, contengano una significativa densità e distribuzione di differenti meccanocettori,<sup>20</sup>

sono i piccoli muscoli intrinseci del collo, in particolare i muscoli suboccipitali profondi, che hanno un ruolo primario nel segnalare l'informazione propriocettiva cervicale coinvolta nella percezione cosciente dell'equilibrio, posizione ed orientamento spaziale, quando la visione è interrotta .<sup>21-22</sup>

Si conclude, che nonostante molti tessuti nella colonna cervicale contengano varie terminazioni meccanorecettive, la maggior parte delle informazioni propriocettive cervicali, provengono dai recettori afferenti muscolari e l'atrofia di alcuni dei muscoli intrinseci suboccipitali è associata alla perdita dell'equilibrio e della posizione eretta.<sup>10</sup>

Sono stati anche analizzati pazienti che presentavano dolori cervicali cronici, con una durata dei dolori che andavano da 1 a 25 anni. I segnali mioelettrici dei muscoli sternocleidomastoideo (SCM) e scaleno anteriore (AS) sono stati registrati dal lato più doloroso, mentre i pazienti realizzavano una flessione isometrica e submassimale della nuca.

La comparazione dei loro dolori non sembrava correlata con l'affaticabilità di tali muscoli. Gli autori spiegano tale risultato come conseguenza di un aumento della stanchezza muscolare nel periodo successivo all'inizio dei dolori, ma senza progressione al di là di questo periodo.<sup>12</sup>

Nei pazienti con dolore cervicale cronico e nei pazienti con dolore al collo, è risultata ridotta la performance nel test di flessione cranio cervicale (C-CFT) ed è risultata associata con una disfunzione dei muscoli flessori profondi cervicali.<sup>9,15</sup>

Ciò evidenzia sia la validità di questo test nei pazienti con dolore al collo sia che i pazienti con dolore al collo usano una strategia muscolare alterata per compiere flessioni cranio cervicali.<sup>15</sup>

Il movimento di flessione cranio cervicale si prefigge di valutare l'azione anatomica del muscolo lungo del capo in sinergia con il muscolo lungo del collo, piuttosto che analizzare il movimento dei muscoli flessori superficiali: sternocleidomastoideo (SMC) e scaleno anteriore (SA) che flettono il collo non la testa. (Mayoux-Benhamou et al. 1994)

Un alterato pattern di coordinazione muscolare all'interno della sinergia dei muscoli flessori del collo era presente nei pazienti con dolore al collo da colpo di frusta e da origine insidiosa, era evidente nel (C-CFT).

Recenti studi precisano che un'accresciuta attività muscolare si presenta anche nei muscoli flessori cervicali superficiali, come lo sternocleidomastoideo (SCM) e il muscolo scaleno anteriore (AS), nei pazienti con dolore cronico cervicale.<sup>16</sup>

Questi studi hanno mostrato che i pazienti con dolore al collo hanno una più alta attivazione dei muscoli accessori del collo durante un movimento ripetuto dell'arto superiore rispetto ai pazienti di controllo asintomatici.

Una maggiore attivazione dei muscoli cervicali in pazienti con dolore al collo può rappresentare un pattern alterato di controllo motorio per compensare un'attivazione dei muscoli dolenti.<sup>16</sup>

L'input cervicale di dolore riferito è in grado di modificare significativamente il controllo posturale (Karlberg et al 1995) e si è dimostrato recentemente che l'input doloroso del collo produce cambiamenti nella capacità di percepire correttamente la posizione eretta (Grod and Diakow, 2002)

L'aumentata sensibilità dei fusi neuromuscolari, può anche essere mediata dal sistema nervoso simpatico che agisce sulle fibre intrafusali dei fusi neuromuscolari come un secondo feedback<sup>8</sup>

L'informazione propriocettiva errata converge nel sistema nervoso centrale con segnali vestibolari e visivi, con conseguente sensazione di vertigine ed instabilità causate da una rappresentazione mentale distorta dell'orientamento del corpo e da una male interpretata relazione con l'ambiente.<sup>8</sup>

La torsione del collo influisce sulla direzione dello spostamento del corpo indotta da uno stimolo galvanico vestibolare (Gurfinkel et al 1989; Fransson et al

2000) e le interazioni vestibolari propriocettive hanno un ruolo nella percezione del proprio movimento oltre che nel controllo posturale (Mergner et al 1997). In generale, la rappresentazione della statica del corpo e la geometria dinamica possono essere largamente influenzate da input propriocettivi muscolari che informano continuamente il sistema nervoso centrale riguardo la posizione di ogni parte del corpo in rapporto alle altre.(Massion1992;Roll et al1989)<sup>5</sup> In particolare, però, avendo il sistema propriocettivo influenze sul sistema vestibolare e oculomotorio gioca un ruolo molto importante sul controllo posturale.

## CONCLUSIONI

Da quanto è stato esposto precedentemente, risulta che la percezione dell'orientamento del capo sul tronco, è fondamentale per l'esplicazione di molti compiti quotidiani.<sup>14</sup>

Infatti girare il capo verso un oggetto che è stato identificato richiede un esatto orientamento del capo e del collo.

Il sistema vestibolare ha un ruolo nella percezione dell'orientamento del capo, ma Taylor and McCloskey hanno concluso dal loro studio che la sensazione propriocettiva proveniente dal collo, contribuisce di più al posizionamento del capo in relazione ad una posizione "target", di quanto lo faccia un input vestibolare.<sup>14</sup>

L'input propriocettivo, quindi, concorre al controllo posturale globale e al mantenimento dell'equilibrio.

Il sistema sensoriale e motorio del collo è collegato ai sistemi oculomotorio e vestibolare.<sup>11</sup>

In aggiunta all'informazione retinica, i segnali extraretinici provenienti dai recettori propriocettivi del muscolo extraoculare e del collo, potrebbero partecipare anche all'associazione occhio-capo, durante l'orientamento dello sguardo fisso.<sup>23</sup> Questo incoraggia l'inclusione di esercizi basati sulla coordinazione occhio-collo nella riabilitazione di pazienti con cervicaglia.

Avendo precedentemente appurato che la sensibilità chinestesica cervicocefalica, è assai più bassa in pazienti con dolore cervicale cronico piuttosto che in soggetti sani e che c'è un'alterazione nella propriocezione del collo, si suggerisce l'importanza di utilizzare esercizi mirati a migliorare la propriocezione del collo nei programmi di riabilitazione per pazienti con dolore cervicale.<sup>11</sup>

Anche per la riabilitazione dopo lesione da colpo di frusta, ci si dovrebbe focalizzare non soltanto sul range di movimento e sulla forza, ma sulla consapevolezza posturale.<sup>14</sup>

Lo scopo è di ristabilire il senso di posizione appropriata, quindi l'esercizio deve comprendere il riapprendimento di abilità motorie basate su un nuovo input sensoriale.

Gli studi mostrano che, con un migliore controllo del posizionamento e del movimento capo-collo, il paziente potrebbe monitorare meglio il dolore, almeno quella parte che proviene dalla tensione del muscolo. Questo potrebbe essere valido anche per il miglioramento funzionale.<sup>11</sup>

## ***BIBLIOGRAFIA***

- 1) M.J. Comerford, S.I. Mottram. Movement and stability disfunction-contemporary developments. *Manual therapy* (2001) 6(1), 15-26
- 2) V.Nougier, C.Bard, M. Fleury, N.Teasdale, J.Cole, R.Forget, J.Paillard, Y.Lamarre. Control of single-joint movements in deafferented patients: evidence for amplitude coding rather than position control. *Exp.Brain Res*(1996) 109:473-482
- 3) Jean Blouin, Tomoyuki Okada, Clive Wolsley, Adolfo Bronstein. Encoding Target-Trunk relative position: cervical versus vestibular contribution. *Exp Brain Res*(1998) 122:101-107
- 4) D. Falla, A. Rainoldi, R.Merletti, G.Jull. Spatio-temporal evaluation of neck muscle activation during postural perturbations in healthy subjects. *Journal of electromyography and kinesiology* 14(2004) 463-474
- 5) A. Kavounoudias, J.C. Gilhodes, R. Roll, J.P.Roll. From Balance regulation to body orientation: two goals for muscle proprioceptive information processing ? *Exp. Brain. Res.* (1999) 124; 80-88
- 6) B.R. Bloem, J.H.J. Allum, M.G. Carpenter, F.Honegger. Is lower leg proprioception essential for triggering human automatic postural responses? *Exp.Brain Res*(2000) 130:375-391.
- 7) J.H.J. Allum, B.R. Bloem, M.G.Carpenter M.Hulliger and M.Hadders-Algra Proprioceptive control of posture : a review of New concepts: *Gait and posture* (1998);8:214-242
- 8) Hannu V.Heikkila, MD, Britt-Inger Wenngren, MD, PhD. Cervicocephalic Kinesthetic Sensibility, Active range of Cervical Motion, and Oculomotor Function in Patients With Whiplash Injury *Arch Phys Med Rehabil* vol 79, settembre 1998
- 9) G.Jull , E.Kristjansson, P. Dall'Alba Impairment in the cervical flexor: a comparison of whiplash and insidious onset neck pain patients: *Manual Therapy* 9(2004)89-94
- 10) George D.Rix, DC, FCC Jeff Bagust , PhD Cervicocephalic Kinesthetic Sensibility in Patients With Chronic, Nontraumatic Cervical Spine Pain: *Arch Phys Med Rehabil* vol 82, july 2001
- 11) Michel Revel, MD, Marc Minguet, MD, Patrick Gergoy, MD Jacques Vaillant: Changes in Cervicocephalic Kinesthesia after a Proprioceptive Rehabilitation Program in Patients With Neck Pain: a Randomized Controlled Study. *Arch Phys Med Rehabil* vol 75, August 1994
- 12) D.Falla, A. Rainoldi, G.Stavrou, H.Tsao. Lack of correlation between sternocleidomastoid and scalene muscle of symptoms in chronic neck pain patients *Neurophysiologie clinique* 34 (2004)159-165
- 13) M. Schieppati, A. Nardone and M.Schmid : Neck muscle fatigue affects postural control in man *Neuroscienze* 121(2003) 277-285

- 14) Janice K. Loudon, PhD, PT, Mary Ruh, Pt and Edelle Field, PhD, PT Ability to Reproduce Head position After Whiplash Injury Spine 1997; 22:865-868
- 15) D. Falla, Gwendolen A Jull, and P W. Hodges; Patient with pain demonstrate reduced Electromyographic activity of the deep cervical flexor muscle during performance of the craniocervical flexion test ; Spine 2004; 29:2108-2114
- 16) D. Falla, PT, BPhy, PhD, Gina Bilenkij, PT, and Gwendolen Jull, PT, PhD; Patients with chronic neck pain demonstrate altered patterns of muscle activation during performance of a functional upper limb task; Spine 29 2004;1436-1440
- 17) Cohen LA; Role of eye and neck proprioceptive mechanisms in body orientation and motor coordination: J Neurophysiol 1961; 24:1-11.
- 18) Dutia MB; The muscles and joints of the neck: their specialisation and role in head movement. Prog Neurobiol 1991;37:165-78
- 19) Barlow D, Freedman W. Cervico – ocular reflex in normal adult. Acta Otoralyngol 1980;89:487-96
- 20) McLain RF. Mechanoreceptor endings in human cervical facet joints. Spine 1994;19:495-501
- 21) Bolton PS. The somatosensory system of the neck and its effects on the central nervous system. J Manipulative Physiol Ther 1998;21:553-63
- 22) Proke U, Schaible HG, Schmidt RF. Joint receptors and kinaesthesia. Exp Brain Res 1988;72:219-24
- 23) Roll R, Veiay JL, Roll JP. Eye and neck proprioceptive messages contribute to the special coding of retinal input in visually oriented activities. Exp Brain Res 1991;85:423-31