

Master in riabilitazione dei disordini muscoloscheletrici

Controllo motorio e posturale: neck pain versus low back pain

Candidato: Tagliaferri Manuela
Relatore: Frank Musarra

INDICE

INTRODUZIONE	PAG. 3
IL CONTROLLO MOTORIO (Inf. generali)	PAG. 4
IL CONTROLLO MOTORIO	PAG. 6
IL CONTROLLO POSTURALE	PAG.10
NECK PAIN VERSUS LBP	PAG.15
CONCLUSIONI	PAG.18

INTRODUZIONE

Il controllo motorio indica l'efficacia e la modalità del sistema nervoso di generare una risposta motoria coordinata, sulla base del confronto fra le varie afferenze ed il modello corporeo dinamico interno, con il minor dispendio energetico a livello dei tre sistemi gerarchici interdipendenti del controllo motorio che sono:

- il controllo segmentale
- il controllo di orientamento e postura
- il controllo del corpo rispetto all'ambiente (Hodges 2004)

Da questi ultimi due concetti relativi al controllo di orientamento e postura e al controllo del corpo rispetto all'ambiente nasce la definizione di controllo posturale inteso come *“la sequenza di attivazioni muscolari programmate dal Snc per bilanciare le forze intrinseche ed estrinseche al corpo per garantirne l'equilibrio durante la posizione eretta e durante i movimenti corporei gesto specifico attraverso l'integrazione di 3 sistemi principali quali il sistema visivo, il sistema vestibolare e il sistema somatosensoriale”*.

Dopo aver parlato del controllo motorio e posturale e di come questi due sistemi vengano influenzati nei pazienti con LBP, abbiamo ritenuto necessario cercare di capire se di fronte ad un dolore al collo (Neck Pain) sub acuto dopo colpo di frusta si possa scatenare un successivo sviluppo di LBP.

IL CONTROLLO MOTORIO (informazioni generali)

Il controllo motorio indica l'efficacia e la modalità del sistema nervoso di generare una risposta motoria coordinata, sulla base del confronto fra le varie afferenze ed il modello corporeo dinamico interno, con il minor dispendio energetico a livello dei tre sistemi gerarchici interdipendenti del controllo motorio che sono:

- il controllo segmentale
- il controllo di orientamento e postura
- il controllo del corpo rispetto all'ambiente (Hodges 2004)

Il sistema di controllo in generale funziona attraverso due sistemi:

- open loop control o feedforward che è un sistema preprogrammato, anticipatorio che non tiene conto delle informazioni che provengono dalla periferia
- close loop control o feedback che è un meccanismo legato al riflesso spinale che tiene conto delle afferenze che provengono dalla periferia per poter costruire, pianificare, le diverse strategie motorie.

Da qui nascono tutte le proposte sulla stabilizzazione locale fino ad arrivare al concetto di Panjabi sulla stabilità artrogenica.

Panjabi definisce tre sistemi che sono alla base della stabilità

- passive subsystem
- active subsystem
- neural control system

questi tre sistemi portano a due concetti molto importanti che riguardano l'instabilità meccanica intesa come una disfunzione del subsistema passivo che altera la stabilità dell'articolazione articolare (Panjabi 1992) e l'instabilità funzionale intesa come la presenza di disfunzione sia delle strutture legamentose e capsulari che del sistema muscolare e neuromuscolare di controllo.

Altro concetto legato al controllo motorio è quello che si rifà al dolore che porta ad una stiffness, intesa come disfunzione muscolare, attraverso due sistemi:

- il primo che è legato ad un meccanismo di riflesso periferico spinale definito "Vicious circle" (Johansson e.a. 1991)
- il secondo che sembra essere il più utilizzato implica un adattamento di tipo centrale definito "Pain adaptation model" (Lund 1991)

il tutto porta ad un'alterazione, modificazione della strategia motoria che non cambia in assenza di dolore, ma che indebolisce, rende meno valido un distretto creando così nuovi problemi; ad una diminuzione del ROM ed ad una maggiore compressione articolare (Panjabi e.a. 1989; Moseley and Hodges e.a. 2005).

IL CONTROLLO MOTORIO

Effetti e possibili meccanismi del controllo motorio nella regione lombopelvica.

(W. Hodges, G.L. Moseley)

È stato evidenziato da diversi studi che LBP (low back pain) porti cambiamenti nel controllo motorio con diversi effetti sui muscoli profondi e superficiali del tronco attraverso diversi meccanismi possibili che identificano:

- cambiamenti nell'eccitabilità motoria;
- cambiamenti del sistema sensoriale e fattori associati con particolare attenzione allo stress e al dolore.

Il tutto sembra legato a 2 teorie principali le quali definiscono:

- che il cambiamento dell'attività muscolare causi dolore spinale (muscle-tension o pain-spasm-pain model);
- che i cambiamenti attività muscolare servono per ridurre i movimenti spinali (pain adptation model).

Da qui è quindi importante capire l'origine del controllo motorio che deve servire per muovere e controllare la colonna in una serie di cambiamenti attraverso l'interazione tra forze interne ed esterne; questa deve avvenire grazie ai muscoli del tronco e della pelvi e del loro controllo da parte del SNC altrimenti si verrebbe a creare una sorta di instabilità.

Funzioni del SNC

Perché il tutto avvenga senza creare problemi è rilevante prendere in considerazione le diverse funzioni del SNC nel controllo motorio.

1. deve essere in grado di interpretare lo stato di disabilità e movimento;
2. deve essere in grado di progettare meccanismi per vincere cambiamenti prevedibili;
3. deve saper cominciare rapidamente un'attività in risposta ad un cambiamento inatteso;
4. deve interpretare input afferenti dai meccanocettori secondari e altri sistemi sensoriali;
5. deve considerare questi input e i bisogni imminenti di fonte ad un "internal model of body dynamics";
6. deve generare una risposta coordinata dei muscoli tronco così che l'attività muscolare capiti al momento giusto, con l'ampiezza corretta etc.

Funzione muscolare

Oltre all'attivazione del Snc vi deve essere un'attività muscolare coordinata per poter mantenere la colonna entro una gerarchia di livelli interdipendenti che permetta il controllo delle traslazioni e rotazioni intervertebrali, controllo orientamento/postura colonna, controllo del corpo nel rispetto dell'ambiente.

Questo è quello che succede nelle situazioni di normalità mentre di fronte ad un paziente con LBP questi sistemi se non funzionano in sinergia portano ad un'alterazione del controllo motorio causando:

- cambiamento di diversa attivazione tra i muscoli profondi e superficiali tronco;

- ritardo nell'attivazione del muscolo TrA (traverso dell'addome) in associazione con rapido movimento degli arti superiori coadiuvato dal Snc per preparare il corpo ai disturbi prevedibili della stabilità provenienti dalle forze di reazione causate dal movimento (feedforward);
- cambiamenti nei muscoli profondi paraspinali durante compiti funzionali con riduzione di ampiezza dell'attività del multifido che si modifica nella sua morfologia e faticabilità;
- maggior attivazione dei muscoli paraspinali superficiali quando vi è una ipoattivazione dei muscoli profondi. Questo concetto è quello relativo al "pain adaptation model" di Lund che definisce che nel caso di dolore l'alterazione del controllo motorio serve per limitare il movimento coinvolgendo una diminuzione nell'attività dei muscoli agonisti e un incremento dell'attività dei muscoli antagonisti per limitare la velocità, forza e ampiezza del movimento; tutto ciò sembra porti ad un relativo indolenzimento della colonna quando vi è dolore.
- cambiamenti nel controllo dell'equilibrio e cambiamenti riguardanti gli aspetti sensoriali.

Nonostante ciò rimane comunque una variabilità marcata tra individui nei diversi studi per cui la relazione tra dolore e controllo motorio della colonna risulta complessa.

A questo proposito diversi autori non sono concordi nel definire se siano i deficit del controllo motorio a portare dolore (Farfan e Panjabi) o se è il dolore a causare deficit nel controllo motorio.

Riguardo questa seconda ipotesi sono stati fatti studi di tipo sperimentale che si basano su meccanismi sovraspinali riguardanti:

- cambiamenti nell'eccitabilità della colonna a livello corticale e spinale;
- cambiamenti nella propiocezione o afferenze di controllo mediate;
- cambiamenti che riguardano specifici effetti corticali legati agli aspetti di dolore;
- cambiamenti sulla richiesta delle risorse del Snc, stress e paura e come agiscono sul controllo motorio (modello "fear avoidance" definisce che paura del dolore e di rifarsi male ostacola il normale ritorno all'attività portando a decondizionamento e disabilità).

Sembra appunto che questi meccanismi sovraspinali associati a dolore possano alterare il controllo motorio, riducendo appunto l'attività dei muscoli profondi intrinseci spinali e incrementando attività dei muscoli larghi superficiali.

Anche questo meccanismo è comunque molto criticabile dal momento che tutti i muscoli del tronco sono richiesti per il controllo e stabilità della colonna ed è chiaro che stabilità del sistema sia dipendente dall'interazione tra un raggruppamento di muscoli, sia questi intrinseci che superficiali.

IL CONTROLLO POSTURALE

Il controllo motorio indica l'efficacia e la modalità del sistema nervoso di generare una risposta motoria coordinata, sulla base del confronto fra le varie afferenze ed il modello corporeo dinamico interno, con il minor dispendio energetico a livello dei tre sistemi gerarchici interdipendenti del controllo motorio che sono:

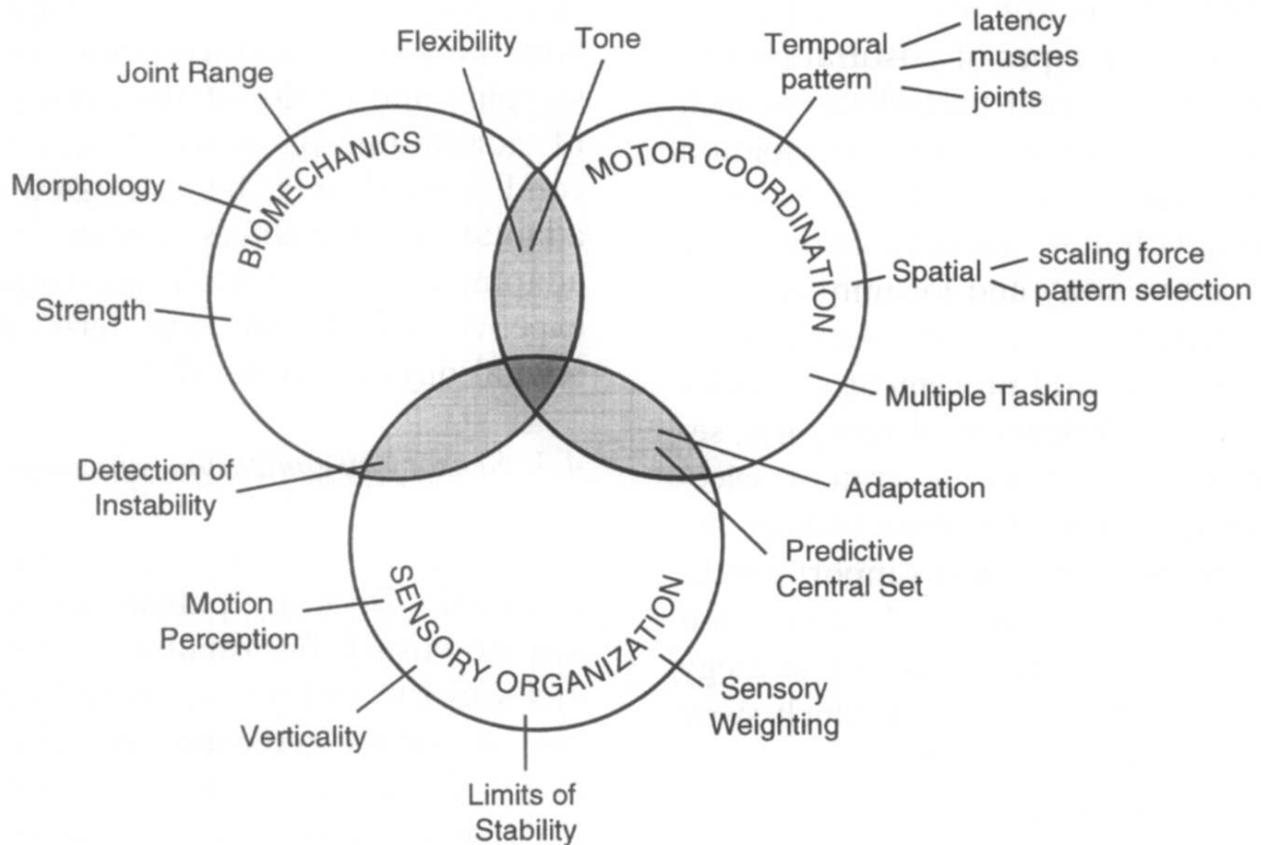
- il controllo segmentale
- il controllo di orientamento e postura
- il controllo del corpo rispetto all'ambiente (Hodges, 2004).

Da questi ultimi due concetti relativi al controllo di orientamento e postura e al controllo del corpo rispetto all'ambiente nasce la definizione di controllo posturale inteso come *“la sequenza di attivazioni muscolari programmate dal Snc per bilanciare le forze intrinseche ed estrinseche al corpo per garantirne l'equilibrio durante la posizione eretta e durante i movimenti corporei gesto specifico attraverso l'integrazione di 3 sistemi principali quali il sistema visivo, il sistema vestibolare e il sistema somatosensoriale”*.

Una disfunzione del controllo posturale porta a vertigine o disequilibrio che sono il risultato di un'incongruenza sensoriale causata da un disturbo di integrazione fra le afferenze visive, somatosensoriali e vestibolari (Heikkila, 2004).

E' quindi fondamentale conoscere l'organizzazione del sistema di equilibrio e l'influenza che questo ha sul controllo sensomotorio della postura.

POSTURAL STABILITY



Oggi il controllo dell'equilibrio è conosciuto essere una specializzazione del complesso motorio che include l'integrazione di diversi tipi di informazione sensoriale e la pianificazione ed esecuzione di pattern di movimento flessibili con lo scopo di portare a termine diversi potenziali compiti posturali (Fay B. Horak, 1997).

Proprietà del controllo posturale (Simon Brumagne, 2004)

Ritornando al concetto di controllo posturale è bene identificare le proprietà di questo sistema che riguardano la sua abilità a controllare input sensoriali in accordo con la

rappresentazione interna della postura attuale, così come evitare risposte indesiderate iniziate da perturbazioni interne ed esterne.

Ovviamente perché tutto ciò avvenga è necessario che intervenga il Snc riponderando tutti gli input sensoriali; per cui se qualità dell'input da una particolare parte del corpo diminuisce a causa di infortunio, malattia o invecchiamento, il Snc potrebbe aumentare la caricabilità dell'input di altre parti del corpo che possano provvedere ad un'informazione vantaggiosa per il mantenimento di una postura stabile evitando così perdite di equilibrio e cadute.

Strategie posturale centrali

E' stato visto che nei pazienti con LBP e negli anziani è necessario che, per il mantenimento della stabilità posturale, intervengano due sistemi che mandano input propriocettivi diversi evitando così instabilità e aumentato rischio di cadute.

Questi sistemi si rifanno a due concetti fondamentali:

1. “inverted pendulum model (ankle strategy)” dove il controllo posturale avviene principalmente attraverso le afferenze distali e funziona come un pendolo invertito (Winter e.a. 1993, Gatev 1999);
2. “multi-segmental model (prox. Strategy)” dove il controllo posturale avviene principalmente attraverso le afferenze prossimali del tronco, dell'anca e del ginocchio (Allum e.a. 1998, Marasso; Ioram e.a. 2001, Schieppati e.a.1999).

Questi due sistemi piede-guidato e tronco-guidato hanno dato diversi risultati, ma soprattutto negli anziani e nei pazienti con LBP questi cambiamenti nella sensibilità della vibrazione sia dal basso tronco che dalla caviglia possono derivare:

- da una diminuzione della sensibilità dei muscoli esili paraspinali che può essere legata sia a deficit propriocettivi specifici da una parte particolare del corpo per cui sarebbe positivo incrementare il sostegno su altri sistemi sensoriali spostando il centro dell'attenzione da zone con input sensoriali deficitari ad altre con input intatto sia da cattiva voglia o paura dell'individuo a muovere le parti del corpo dolenti (es. nell'anziano la paura di cadere aumenta l'attivazione muscolare e la rigidità della colonna);
- da cambiamenti nei processi centrali di queste informazioni afferenti. Secondo Allum e.a. 1998 deambulazione e il movimento posturale sono organizzati centralmente in due livelli nei quali i parametri spazio temporali e la sequenza primaria dell'attivazione muscolare si basano in primo luogo sull'input propriocettivo dell'anca e del tronco mentre la propriocezione distale viene utilizzata in secondo luogo per adattare il pattern centrale alle diverse condizioni.

Il LBP e l'età possono modificare la strategia posturale da più tronco-guidata a più piede-guidata e che quest'ultimo tipo di strategia posturale di controllo sia sufficiente durante le condizioni di calma associate a piccoli spostamenti, ma che in condizioni complesse, quando le domande posturali aumentano, questo viene meno controllato causando così instabilità e aumentato rischio di cadute (Brumagne, 2004).

Perché tutto questo non avvenga è bene che ci sia una buona mobilità della catena posturale e una buona efficienza del sistema centrale, in questo modo questo diventerebbe un fattore chiave nella stabilità posturale.

NECK PAIN VERSUS LBP

Diminuzione nella funzionalità dei muscoli del tronco nel Neck Pain sub acuto e successivo sviluppo di LBP (G.Lorimer Moseley, 2004)

Dopo aver introdotto i concetti sul controllo motorio e posturale e di come questi due sistemi vengano influenzati nei pazienti con LBP, abbiamo ritenuto necessario cercare di capire se di fronte ad un dolore al collo (Neck Pain) sub acuto dopo colpo di frusta, si possa scatenare un successivo sviluppo di LBP.

Il LBP e il Neck Pain sono associati con le disfunzioni dei muscoli del collo e possono coinvolgere comuni o simili meccanismi. In entrambi i casi la disfunzione può compromettere il controllo spinale.

Nel LBP cronico e ricorrente vi è un'alterazione dei muscoli profondi addominali in particolare del trasverso dell'addome (TrA) con successiva perdita del suo normale controllo e vi è la presenza di dolore il quale fa sì che il Snc immobilizzi il tronco per limitare l'ampiezza e la velocità del movimento. Questa immobilizzazione può essere benefica nel breve periodo, ma allo stesso tempo può ridurre la flessione della colonna e aumentare il carico nella colonna stimolando i nocicettori spinali (Gardner-Morse and Stokes, 1998).

Nel Neck Pain cronico vi è un meccanismo simile a quello del LBP, in quanto si pensa che il dolore spinale possa impartire effetti simili incurante del livello della colonna nel quale il dolore è esperienza (Jull et al., 1999; Sterling et al., 2001)

Sistemi per stabilire l'associazione tra Neck Pain sub acuto e LBP

Il principale sistema per valutare il reclutamento del TrA è quello dell'elettromiografia intramuscolare, ma essendo costosa ed invasiva si è pensato di utilizzare uno strumento di valutazione clinica chiamato ADIT (abdominal drawing-in task) che valuta il volontario accorciamento del basso muro addominale (TrA).

Si posiziona il paziente prono con le braccia rilassate lungo il corpo e la testa comoda e posizionata nel buco del lettino, si inserisce lo stabilizer sotto la pancia del paziente e si valutano i cambiamenti di pressione quando i soggetti sforzavano sull'ADIT (Hodges et al.,1996)

Da questo test sono uscite due ipotesi:

- che i pazienti con Neck Pain eseguivano malamente l'ADIT
- che una riduzione nell'esecuzione ADIT era associato con aumentato rischio di LBP nei due anni successivi.

Inoltre è stato definito che questo test abbia una specificità pari all'83% ed una sensibilità pari al 75% questo risultato suggerisce che l'esecuzione di questo compito può essere ricondotto in un modo simile sia in pazienti con Neck Pain che in pazienti con LBP e quindi sollevare la possibilità che la funzione dei muscoli del collo può essere compromessa nei pazienti con LBP.

Nonostante si siano ottenuti questi risultati il tutto rimane molto criticabile in quanto non si riesce a definire quanto dolore abbia impatto sul controllo motorio dato che intervengono delle risposte biomeccaniche agli stimoli coinvolti per le quali i cambiamenti della funzione muscolare del tronco associati con dolore probabilmente

riflettono una strategia posturale alternativa. Un effetto simile può essere osservato anche nel dolore al collo perché le richieste biomeccaniche associate con Neck Pain sono sufficientemente simili a quelle associate con LBP.

Sebbene diverse questioni rimangano inspiegate e quindi vi siano sicuramente dei limiti in queste scoperte, sembra ragionevole suggerire che alla base dei risultati correnti che riguardano:

1. l'impatto del dolore spinale sul controllo muscoli del tronco incurante del livello spinale nel quale vi è esperienza di dolore;
2. l'alterazione della funzione dei muscoli del tronco associata con dolore al collo che può essere eziologica in uno sviluppo successivo di LBP;
3. l'alterazione della funzione dei muscoli del tronco in altrimenti asintomatiche persone che può anche essere causa di un successivo sviluppo di LBP;

il mantenimento del normale controllo muscolare potrebbe essere un buon indicatore di terapia nei pazienti con Neck Pain sub acuto e che questa strategia preventiva possa limitare l'incidenza e la persistenza o ricorrenza di LBP nei pazienti con dolore al collo.

CONCLUSIONI

Nonostante si sia visto più volte come il controllo motorio e posturale siano determinanti ai fini della buona esecuzione di un gesto e nella prevenzione di una varietà di patologie in particolare quelle legate al controllo muscolare di stabilizzazione, possiamo dire che purtroppo non ci sono evidenze o perlomeno sono troppo poche e molto criticabili quelle legate ai meccanismi per cui in un soggetto con dolore al collo (Neck Pain) possa sviluppare il LBP.

E' per questo motivo che nonostante diversi autori, in particolare G.L.Moseley, abbiano provato a spiegare questo concetto riguardanti le ripercussioni del Neck pain nel LBP non ci sia stato e non c'è nulla che possa dire con certezza che le ricerche fatte da questi autori siano fondate, anzi in molti punti sono state criticate.

A questo fine, dal momento che non ci sono state tante risposte al nostro perché sarebbe interessante approfondire l'argomento con ricerche più specifiche che possano mettere in luce o perlomeno accertare che quello che si dice è fondato su delle basi solide, ma temo che ci vorranno ancora degli anni per avere la piena certezza che tutti i meccanismi che stanno alla base di questo legame che c'è tra la colonna alta e quella bassa possano dare le risposte aspettate, ma soprattutto che siano tutti d'accordo nel dire che veramente è possibile che si possa sviluppare una stretta connessione tra questi due sistemi.

BIBLIOGRAFIA

1. J.H.J. Allum *, B.R. Bloem , M.G. Carpenter , M. Hulliger , M. Hadders-Algra. "Proprioceptive control of posture: a review of new concepts". A Review. *Gait and Posture* 8 (1998) 214–242.
2. G. Lorimer Moseley, Linda Brhyn, Maciej Ilowiecki, Kate Solstad and Paul W Hodges. "The threat of predictable and unpredictable pain: Differential effects on central nervous system processing?". *Australian Journal of Physiotherapy* (2003) 49: 263–267.
3. Paul W. Hodges, G. Lorimer Moseley, Anna Gabrielsson, Simon C. Gandevia. "Experimental muscle pain changes feedforward postural responses of the trunk muscles". *Exp Brain Res* (2003) 151:262–271.
4. Simon Brumagnea, Paul Cordo, Sabine Verschueren. "Proprioceptive weighting changes in persons with low back pain and elderly persons during upright standing". *Neuroscience Letters* 366 (2004) 63–66.
5. Michele Curatolo, Steen Petersen-Felix, Lars Arendt-Nielsen, Carmela Giani, Alex M. Zbinden and Bogdan P. Radanov. "Central Hypersensitivity in Chronic Pain After Whiplash Injury". *The Clinical Journal of Pain* 17:306–315 (2001).
6. Domenica Le Pera, Thomas Graven-Nielsen, Massimiliano Valeriani, Antonio Oliviero, Vincenzo Di Lazzaro, Pietro Attilio Tonali, Lars Arendt-Nielsen. "Inhibition of motor system excitability at cortical and spinal level by tonic muscle pain". *Clinical Neurophysiology* 112 (2001) 1633±1641.
7. R. Grasso, L. Bianchi and F. Lacquaniti. "Motor Patterns for Human Gait: Backward Versus Forward Locomotion". *J Neurophysiol* 80:1868-1885, 1998.
8. Paul W. Hodges, G. Lorimer Moseley. "Pain and motor control of the lumbopelvic region: effect and possible mechanisms". *Journal of Electromyography and Kinesiology* 13 (2003) 361–370.
9. Fay B. Horak. "Clinical assessment of balance disorders". A Review. *Gait & Posture* 6 (1997) 76.-84.
10. H.-O. Karnath, E. Reich, C. Rorden, M. Fetter J. Driver. "The perception of body orientation after neck-proprioceptive stimulation". *Exp Brain Res* (2002) 143:350–358.
11. Pietro G. Morasso and Marco Schieppati. "Can Muscle Stiffness Alone Stabilize Upright Standing?". *J Neurophysiol* 82:1622-1626, 1999.
12. G. Lorimer Moseley. "Impaired trunkmuscle function in sub-acute neckpain: etiologic in the subsequent development of low backpain?". Original article. *Manual Therapy* 9 (2004) 157–163.
13. S.D. Prentice, A.E. Patla, D.A. Stacey. "Artificial neural network model for the generation of muscle activation patterns for human locomotion". *Journal of Electromyography and Kinesiology* 11 (2001) 19–30.

14. Raymond K.Y. Chong, Mary-Ellen Franklin. "Initial evidence for the mixing and soft assembly of the ankle, suspensory, and hip muscle patterns". *Exp Brain Res* (2001) 136:250–255.