



**Master in Riabilitazione dei Disordini  
Muscoloscheletrici**

L'uso del “Computerized motion biofeedback program”, della Realtà Virtuale e delle “New multimedia-based technology”, nei disordini muscoloscheletrici aspecifici del rachide. Prospettive future ed attuale sviluppo.

**Tesi di Master**

RELATORE:  
**Francesco Serafini**

TESI DI:  
**Alberto Frisanco**

A.A. 2009 - 2010



# INDICE

|  |           |
|--|-----------|
| <b>ABSTRACT</b> .....  | <b>1</b>  |
| <b>INTRODUZIONE</b> .....                                      | <b>2</b>  |
| <b>LE NUOVE TECNOLOGIE (NT)</b> .....                          | <b>2</b>  |
| IL BIOFEEDBACK .....   | 2         |
| LA REALTA' VIRTUALE.....                                       | 3         |
| ROBOTICA .....   | 4         |
| LE NUOVE TECNOLOGIE APPLICATE ALLA RIABILITAZIONE .....        | 5         |
| <b>METODI</b> .....  | <b>7</b>  |
| <b>RISULTATI</b> .....   | <b>8</b>  |
| TABELLE DI SELEZIONE ARTICOLI .....                            | 10        |
| <b>DISCUSSIONE</b> .....                                       | <b>17</b> |
| MYOFEEDBACK TRAINING <sup>8,22</sup> .....                     | 17        |
| RUSI - REHABILITATIVE ULTRASOUND IMAGING <sup>6,19</sup> ..... | 19        |
| NOVEL SINGLE ACCELEROMETER <sup>2</sup> .....                  | 20        |
| BACK TRACKER SYSTEM <sup>11</sup> .....                        | 21        |
| <b>CONCLUSIONI</b> .....                                       | <b>23</b> |
| <b>BIBLIOGRAFIA</b> .....                                      | <b>24</b> |



# ABSTRACT

## **OBIETTIVO DELLA TESI**

Obiettivo dello studio è quello di fornire una revisione della letteratura individuando studi che hanno utilizzato o sviluppato tecniche riabilitative con l'utilizzo delle Nuove Tecnologie nei disturbi muscoloscheletrici aspecifici del rachide, considerando la rilevanza clinica e se possibile mettendo in evidenza eventuali vantaggi costo-beneficio. Nuove Tecnologie intese come strumenti che utilizzano la realtà virtuale, sistemi elettronici a biofeedback o dispositivi robotizzati.

## **METODI DI REVISIONE**

Database: PUBMED, MEDLINE, GOOGLE SCHOLAR e PEDRO

Key Words: (Low Back Pain OR Neck Pain) AND (Computerized motion biofeedback program OR postural biofeedback OR biofeedback OR New multimedia-based technology OR User-Computer Interface OR virtual reality rehabilitation OR postural control OR Computing Methodologies)

La selezione degli studi è stata eseguita sulla base del titolo, dell'abstract e infine della lettura completa dell'articolo.

## **CRITERI DI INCLUSIONE**

Solo gli studi che analizzano l'uso delle nuove tecnologie "NT" come strumenti di riabilitazione per i disturbi muscolo-scheletrici del rachide, intesi come Low Back Pain e Neck Pain, riconducibili ad un deficit nel controllo motorio

## **CRITERI DI ESCLUSIONE**

Gli studi che non utilizzano Nuove Tecnologie e/o utilizzano l'uso delle nuove tecnologie "NT" come strumenti di indagine e/o che non sono riferiti ai disturbi muscolo scheletrici del rachide e/o che si riferiscano unicamente al controllo motorio

*Limiti:* studi con più di 10 anni

## **RISULTATI**

Gli studi inclusi nella revisione sono 6. Quattro RCT e 2 CT, dai quali emerge l'utilizzo di 4 dispositivi tecnologici riconducibili al campo delle NT. Ogni dispositivo viene proposto come integrazione ad un programma riabilitativo standard.

## **CONCLUSIONI**

Quanto emerso dalla letteratura dimostra che gli strumenti ed i dispositivi a disposizione della riabilitazione per i disturbi muscolo scheletrici aspecifici del rachide sono ancora pochi e che i risultati ottenuti dagli studi sono deludenti.

# INTRODUZIONE

## LE NUOVE TECNOLOGIE (NT)

L'impiego delle tecnologie in ambito riabilitativo è un fatto consolidato da decenni di applicazione. In questi ultimi anni stiamo assistendo ad un lento ma progressivo sviluppo delle tecnologie attraverso l'uso di sistemi sempre più sofisticati. L'uso dei computers, con elaboratori di calcolo sempre più sofisticati, lo sviluppo dei sistemi audio-visivi, la produzione di massa di software di ogni tipo nonché l'avvento di internet combinata ad un decremento dei costi, stanno indirizzando la ricerca nel settore della valutazione e del trattamento riabilitativo verso un uso sempre maggiore delle Nuove Tecnologie (NT). Le Nuove Tecnologie (NT) sono costituite da tutte quelle tecnologie che cambiano radicalmente il modo in cui qualcosa viene prodotto o eseguito<sup>12</sup>. Delle NT nel campo della riabilitazione fanno parte il *Biofeedback*, la *Realtà Virtuale* e la *Robotica*.

## IL BIOFEEDBACK

Il Biofeedback consiste in una tecnica in cui si utilizzano apparecchiature elettroniche per consentire alla persona di monitorare i processi corporei e parametri che normalmente sono involontarie o non percepite, in modo che lui o lei possa imparare a modificarli<sup>12</sup>.

Tuttavia esistono varie definizioni di Biofeedback; Blanchard e Epstein definiscono il Biofeedback come un processo nel quale una persona apprende come influire su due tipi di risposte fisiologiche: quelle risposte che non sono sotto il controllo volontario e quelle risposte che normalmente risulta semplice regolare ma tale regolazione si è interrotta in seguito ad un trauma, malattia o infortunio. Utilizzando questa definizione, esistono quindi due

principali obiettivi nella riabilitazione del sistema muscolo scheletrico attraverso il biofeedback. Uno è per consentire al sistema nervoso centrale di ristabilire un appropriato circuito senso-motorio sotto il controllo volontario che era stato danneggiato. Il secondo obiettivo è quello di contribuire allo sviluppo di una maggiore consapevolezza e un migliore controllo motorio volontario di quei processi fisiologici che precedentemente erano considerati "involotari".<sup>1,5</sup>

### **LA REALTA' VIRTUALE**

La Realtà Virtuale è generalmente definita come un'immagine o ambiente virtuale generato dal software del computer, con il quale un utente può interagire con realismo, attraverso l'uso di periferiche come un casco che contiene uno schermo, guanti muniti di sensori, sistemi di tracciamento, sistemi audio o altri dispositivi a feedback<sup>12</sup>.

Più specificatamente, la VR può essere vista come una forma avanzata di interazione fra l'uomo ed il computer che consente all'utilizzatore di interagire e di sentirsi immerso in un ambiente dal fascino naturale generato dal computer. L'interazione in un contesto simulato a 3 dimensioni rappresenta la chiave caratteristica che distingue la VR dalla visione di un film.

Si tratta di una tecnologia con una varietà di potenziali benefici per molti aspetti della riabilitazione. Durante questo tipo di riabilitazione si vive un'esperienza sensoriale-motoria grazie ai diversi feedback forniti (visivo, acustico, tattile), dando così l'idea di interagire realmente con gli oggetti virtuali. Questo avviene grazie alla disponibilità di un'adeguata interfaccia grafica ed alla manipolazione di tre variabili: il tempo, lo spazio e l'immersione.

Per immersione si intende quanto una persona ha modo di immedesimarsi in un ambiente virtuale. Questo dipende dal

parametro qualitativo dell'interfaccia utilizzata che va ad influire sul senso di presenza percepito. Si riscontrano principalmente tre diversi gradi di immersione:

- VR immersiva: il paziente è completamente avvolto nel mondo virtuale attraverso l'uso di specifiche periferiche di input e output;
- VR non immersiva: l'ambiente simulato viene figurato tramite una rappresentazione tridimensionale su un normale schermo, l'interazione avviene attraverso tastiera, mouse o joystick;
- VR aumentata: mediante l'utilizzo di particolari sensori si va ad aumentare la percezione di uno o più sensi, aggiungendo informazioni virtuali. A differenza del sistema immersivo in questo caso lo scopo non è quello di sostituire la realtà, ma quello di fornire un supporto per potenziare le capacità sensoriali del soggetto.<sup>4,13,16</sup>

## **ROBOTICA**

Nel linguaggio comune, un robot è un'apparecchiatura artificiale che compie determinate azioni in base ai comandi che gli vengono dati e alle sue funzioni, sia in base ad una supervisione diretta dell'uomo, sia autonomamente basandosi su linee guida generali, magari usando processi di intelligenza artificiale; questi compiti tipicamente dovrebbero essere performati al fine di sostituire o coadiuvare l'uomo, come ad es. nella fabbricazione, costruzione, manipolazione di materiali pesanti e pericolosi, o in ambienti proibitivi o non compatibili con la condizione umana o semplicemente per liberare l'uomo da impegni<sup>9</sup>.

La robotica è il ramo della cibernetica relativo alla teoria, alla tecnica di costruzione e allo studio delle possibili applicazioni dei robot<sup>3</sup>.

Anche in questo contesto stiamo assistendo ad un enorme sviluppo in campo riabilitativo.

## **LE NUOVE TECNOLOGIE APPLICATE ALLA RIABILITAZIONE**

Questi sistemi vengono sempre più utilizzati in interconnessione fra loro con una varietà di potenziali benefici nella valutazione, nel trattamento e nella ricerca nel campo della riabilitazione. Attraverso l'utilizzo delle NT in riabilitazione è possibile simulare ambienti e scenari più reali; fornire stimoli precisi, misurandone la presentazione e la risposta; valutarne la sicurezza o le situazioni di pericolosità; generare l'incremento nell'apprendimento, migliorare la standardizzazione nei protocolli riabilitativi; incrementare la partecipazione degli utenti<sup>16</sup>.

Le NT furono inizialmente sviluppate per applicazioni militari e l'industria dell'intrattenimento, trovando solo successivamente applicazioni nei campi della scienza e della medicina.

La via delle NT applicate alla medicina iniziarono nel 1993, con l'utilizzo di displays in Realtà Virtuale (VR) usate per il trattamento dei disordini mentali. Successivamente le aree di ricerca medica e scientifica che utilizzarono le NT si sono ampliate<sup>7</sup>.

Le NT applicate alle domande di assistenza sanitaria sono state studiate per le procedure chirurgiche (ad esempio, interventi chirurgici a distanza), la terapia medica, medicina preventiva, la visualizzazione delle banche dati, la valorizzazione delle competenze e la riabilitazione, nonché nella formazione medica e nella pedagogia. L'utilizzo delle NT hanno anche dimostrato di essere molto efficaci come strumento psicoterapeutico. Sono spesso usate per distrarre i pazienti durante le procedure mediche dolorose o per fornire l'esposizione graduale durante il trattamento per una gamma più ampia di disturbi d'ansia tra cui disturbo da stress post-traumatico<sup>10,16</sup>.

Tuttavia, gli studi sull'impiego delle NT per i disturbi muscolo scheletrici risultano ancora scarsi.

Il Low Back Pain (LBP) ed il Neck Pain (NP) rappresentano le patologie con la prevalenza più alta nei paesi occidentali. Inoltre una parte di coloro che soffrono di questi disturbi sviluppano una patologia cronica che può persistere per diversi mesi con delle notevoli ripercussioni per l'individuo ed in termini di costi assistenziali e sociali.<sup>22</sup>

Una area di intervento che sta producendo risultati interessanti negli ultimi anni è la ricerca sulla funzionalità del controllo motorio nelle patologie croniche del rachide.

Il controllo motorio è determinato dalle informazioni sensoriali e coinvolge il sistema somatosensoriale, visivo e vestibolare. Questi sistemi forniscono gli stimoli per iniziare il movimento e durante la fase d'azione, forniscono i feedback per modulare il movimento. Il sistema somatosensoriale include le informazioni circa la tensione e la lunghezza muscolare, l'angolo articolare e la velocità con il quale avvengono. Infine, il sistema visivo e vestibolare, fornisce informazioni sulla posizione della testa ed i relativi cambiamenti durante il movimento. Molteplici sono i cambiamenti che possono alterare la funzionalità del controllo motorio in seguito ad uno o più episodi di dolore al rachide: riduzione della sensibilità propriocettiva, movimenti a scatti, alterato controllo neuromuscolare dei muscoli stabilizzatori.<sup>11</sup>

Scopo di questa ricerca sarà quello di individuare studi che hanno utilizzato o sviluppato tecniche riabilitative con l'utilizzo delle Nuove Tecnologie nei disordini muscoloscheletrici aspecifici del rachide considerando la rilevanza clinica e se possibile mettendo in evidenza eventuali vantaggi costo-beneficio. Nuove Tecnologie intese come strumenti che utilizzano la realtà virtuale, sistemi elettronici a biofeedback o dispositivi robotizzati.

## METODI

Per la ricerca delle informazioni necessarie per questa tesi, sono stati usati i databases PUBMED, MEDLINE, GOOGLE SCHOLAR e PEDRO, sono inoltre stati presi in considerazione articoli scientifici tratti dalla bibliografia delle revisioni sistematiche. Le key words utilizzate per la ricerca tramite i databases sono: (Low Back Pain OR Neck Pain) AND (Computerized motion biofeedback program OR postural biofeedback OR biofeedback OR New multimedia-based technology OR User-Computer Interface OR virtual reality rehabilitation OR postural control OR Computing Methodologies). I termini sono stati variamente combinati per ottenere una maggiore specificità. Talvolta è stato utile effettuare una ricerca per autore, in modo da trovare altri studi correlati, magari meno recenti, ma utili per inquadrare il quesito diagnostico e approfondire l'argomento. Si è scelto di prendere in esame solo studi pubblicati a partire dall'anno 2000, in modo da circoscrivere la revisione per un lasso di tempo di 10 anni, tradotti in lingua inglese.

**Come criteri di inclusione** aggiuntivi sono stati scelti solo gli studi che analizzano l'uso delle nuove tecnologie "NT" come strumenti di riabilitazione per i disordini muscolo-scheletrici del rachide, intesi come Low Back Pain, Neck Pain riconducibili ad un deficit nel controllo motorio.

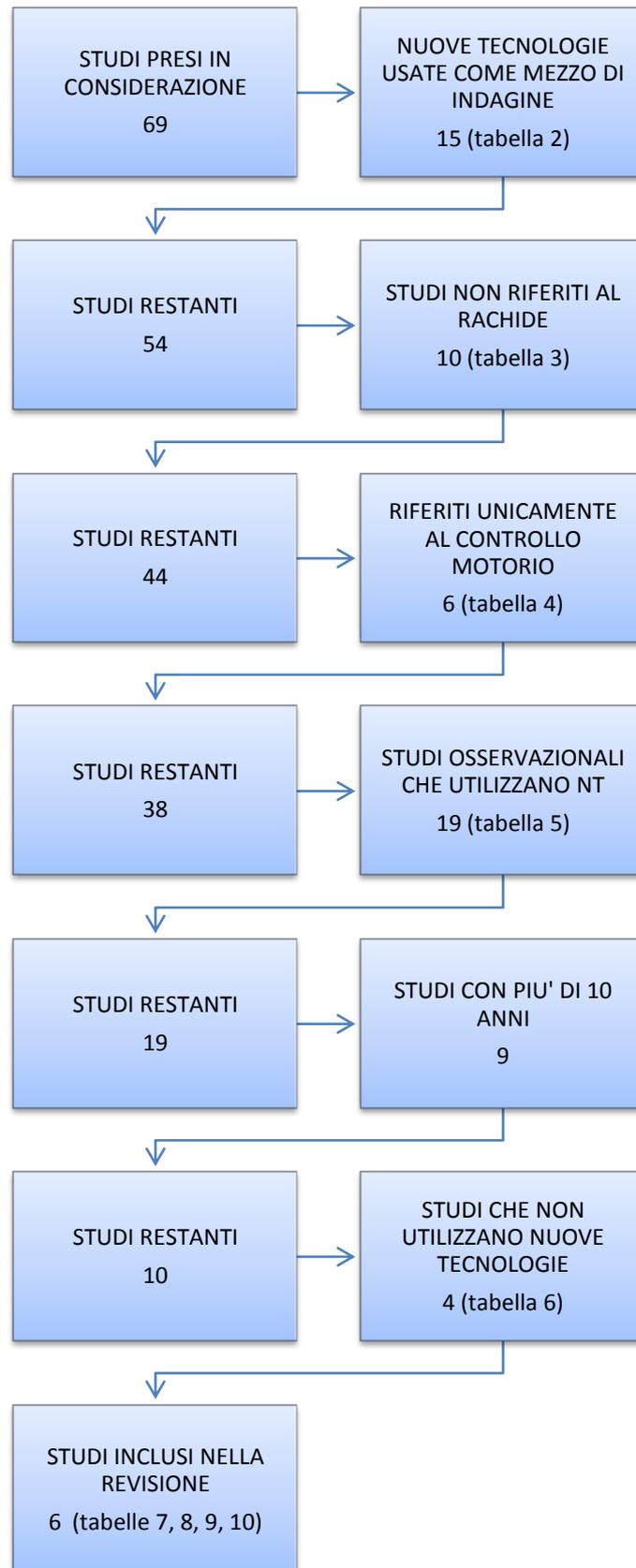
**Come criteri di esclusione** sono stati adottati gli studi che non utilizzano Nuove Tecnologie e/o utilizzano l'uso delle nuove tecnologie "NT" come strumenti di indagine e/o che non sono riferiti ai disordini muscolo scheletrici del rachide e/o che si riferiscano unicamente al controllo motorio.

## RISULTATI

Per la natura della ricerca non è stato sempre possibile individuare termini Mesh riferiti alle Nuove Tecnologie ed è stato necessario nella prima fase includere molti studi. Dalla ricerca effettuata si sono ottenuti 69 studi clinici, molti dei quali sono stati esclusi perché non possedevano la caratteristiche richieste secondo i criteri d'inclusione precedentemente citati. Il diagramma di flusso, di seguito presentato (*tabella 1*), elenca gli studi presi in considerazione per questa revisione ed illustra brevemente le motivazione per cui sono stati esclusi oppure inclusi nella stessa.

Le successive tabelle (*da tabella 2 a tabella 6*) sottolineano per ogni singolo studio il motivo di esclusione; in essa non sono riportati studi precedenti al 2000 perché non rientrano nei limiti fissati all'inizio della ricerca. Alcuni di essi figurano comunque in bibliografia perché sono stati utilizzati per approfondire alcuni argomenti come l'epidemiologia, i criteri diagnostici, le modalità di valutazione nei disordini muscolo scheletrici del rachide. Le *tabelle 7, 8, 9 e 10* sono costituite dagli studi inclusi nelle ricerca, costituiti da 4 RCT e 2 CT.

Tabella 1



## TABELLE DI SELEZIONE ARTICOLI

Tabella 2 – Studi esclusi in quanto le Nuove Tecnologie vengono utilizzate come mezzi di indagine e/o valutazione

|  |  |   |
|--|--|---|
| <b>Cervical motion assessment using virtual reality.</b>   | Sarig-Bahat H, Weiss PL, Laufer Y.   | Spine (Phila Pa 1976). 2009 May 1;34(10):1018-24. PMID: 19404177 [PubMed - indexed for MEDLINE]                                     |
| <b>Chronic neck pain and vertigo: Is a true balance disorder present?</b>  | Yahia A, Ghroubi S, Jribi S, Mâlla J, Baklouti S, Ghorbel A, Elleuch MH.     | Ann Phys Rehabil Med. 2009 Sep-Oct;52(7-8):556-67. Epub 2009 Aug 15. English, French. PMID: 19747892 [PubMed - indexed for MEDLINE] |
| <b>Clinimetric evaluation of methods to measure muscle functioning in patients with non-specific neck pain: a systematic review.</b>                                 | de Koning CH, van den Heuvel SP, Staal JB, Smits-Engelsman BC, Hendriks EJ.  | BMC Musculoskelet Disord. 2008 Oct 19;9:142. Review. PMID: 18928568 [PubMed - indexed for MEDLINE]                                  |
| <b>Comparison of 3D dynamic virtual model to link segment model for estimation of net L4/L5 reaction moments during lifting.</b>                                     | Abdoli-Eramaki M, Stevenson JM, Agnew MJ, Kamalzadeh A.                      | PMID: 18949651 [PubMed - indexed for MEDLINE]   |
| <b>Effect of a desk attachment board on posture and muscle activity in women during computer work.</b>   | Dumas GA, Upjohn TR, Leger A, Delisle A, Charpentier K, Plamondon A, Salazar | Ergonomics. 2008 Nov;51(11):1735-56. MID: 18941978 [PubMed - indexed for MEDLINE]   |
| <b>Improvement in automatic postural coordination following alexander technique lessons in a person with low back pain.</b>  | Cacciatore TW, Horak FB, Henry SM  | Phys Ther. 2005 Jun;85(6):565-78. PMID: 15921477 [PubMed - indexed for MEDLINE]   |
| <b>Influence of standardized mobilization on the posteroanterior stiffness of the lumbar spine in asymptomatic subjects.</b>   | Allison G, Edmonston S, Kiviniemi K, Lanigan H, Simonsen AV, Walcher S.      | Physiother Res Int. 2001;6(3):145-56. PMID: 11725596 [PubMed - indexed for MEDLINE]   |
| <b>Neck postures in air traffic controllers with and without neck/shoulder disorders.</b>  | Arvidsson I, Hansson GA, Mathiassen SE, Skerfving S.                         | Appl Ergon. 2008 Mar;39(2):255-60. Epub 2007 Jun 12. PMID: 17568557 [PubMed - indexed for MEDLINE]                                  |
| <b>Offering proper feedback to control for out-of-plane lumbar moments influences the activity of trunk muscles during unidirectional isometric trunk exertions.</b> | Larivière C, Gagnon D, Genest K.   | J Biomech. 2009 Jul 22;42(10):1498-505. Epub 2009 May 15. PMID: 19446296 [PubMed - indexed for MEDLINE]                             |
| <b>Pairing virtual reality with dynamic posturography serves to differentiate between patients experiencing visual vertigo.</b>                                      | Keshner EA, Streepey J, Dhaher Y, Hain T.                                    | J Neuroeng Rehabil. 2007 Jul 9;4:24. PMID: 17620142 [PubMed - indexed for MEDLINE]  |
| <b>Performance of the craniocervical flexion test in subjects with and without chronic neck pain.</b>  | Chiu TT, Law EY, Chiu TH.  | J Orthop Sports Phys Ther. 2005 Sep;35(9):567-71. PMID: 16268243 [PubMed - indexed for MEDLINE]                                     |
| <b>Prospective PC-interactive pressure algometry of post-traumatic neck pain after whiplash injury.</b>  | Nebel K, Stude P, Lüdecke C, Wiese H, Diener HC, Keidel M.                   | Cephalalgia. 2005 Mar;25(3):205-13. PMID: 15689196 [PubMed - indexed for MEDLINE]   |
| <b>Quantification of acute neck pain following whiplash injury by computer-aided pressure algometry.</b>   | Stude P, Nebel K, Lüdecke C, Wiese H, Diener HC, Keidel M.                   | Cephalalgia. 2004 Dec;24(12):1067-75.   |
| <b>Quantitative sensory measures distinguish office workers with varying levels of neck pain and disability.</b>   | Johnston V, Jimmieson NL, Jull G, Souvlis T.                                 | Pain. 2008 Jul 15;137(2):257-65. Epub 2007 Oct 25. PMID: 17964075 [PubMed - indexed for MEDLINE]                                    |
| <b>The effect of two types of virtual reality on voluntary center of pressure displacement.</b>  | Lott A, Bisson E, Lajoie Y, McComas J, Sveistrup H.                          | Cyberpsychol Behav. 2003 Oct;6(5):477-85. PMID: 14583123 [PubMed - indexed for MEDLINE]   |

*Tabella 3* – Studi che utilizzano le Nuove Tecnologie ma che non sono riferiti al rachide

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>A clinical guide to surface-EMG-assisted stretching as an adjunct to chronic musculoskeletal pain rehabilitation.</b>                    | Neblett R, Gatchel RJ, Mayer TG.                                    | 1090-0586 (Print) 1573-3270 (Online)<br>Issue Volume 28, Number 2 / June, 2003<br>DOI<br>10.1023/A:1023814709858    |
| <b>A combined approach for the treatment of cervical vertigo.</b>   | Bracher ES, Almeida CI, Almeida RR, Duprat AC, Bracher CB.          | J Manipulative Physiol Ther. 2000 Feb;23(2):96-100.<br>PMID: 10714534 [PubMed - indexed for MEDLINE]                |
| <b>Balance control enhancement using sub-sensory stimulation and visual-auditory biofeedback strategies for amputee subjects.</b>           | Lee MY, Lin CF, Soon KS.  | Prosthet Orthot Int. 2007 Dec;31(4):342-52.<br>PMID: 18050006 [PubMed - indexed for MEDLINE]                        |
| <b>Biofeedback therapy using accelerometry for treating dysphagic patients with poor laryngeal elevation: case studies.</b>                 | Reddy NP, Simcox DL, Gupta V, Motta GE, Coppenger J, Das A, Buch O. | J Rehabil Res Dev. 2000 May-Jun;37(3):361-72.<br>PMID: 10917268 [PubMed - indexed for MEDLINE]                      |
| <b>Breathing evaluation and retraining in manual therapy.</b>   | McLaughlin L.   | J Bodyw Mov Ther. 2009 Jul;13(3):276-82. Epub 2009 Mar 19. Review.<br>PMID: 19524853 [PubMed - indexed for MEDLINE] |
| <b>Computerized biofeedback knee goniometer: acceptance and effect on exercise behavior in post-total knee arthroplasty rehabilitation.</b> | Kuiken TA, Amir H, Scheidt RA.                                      | Arch Phys Med Rehabil. 2004 Jun;85(6):1026-30.<br>PMID: 15179662 [PubMed - indexed for MEDLINE]                     |
| <b>Dynamic control of a moving platform using the CAREN system to optimize walking in virtual reality environments.</b>                     | Makssoud HE, Richards CL, Comeau F.                                 | Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc. 2009;1:2384-7.<br>PMID: 19965194 [PubMed - in process]                             |
| <b>Effects of optokinetic stimulation induced by virtual reality on locomotion: a preliminary study.</b>                                    | Ohyama S, Nishiike S, Watanabe H, Matsuoka K, Takeda N.             | Acta Otolaryngol. 2008 Nov;128(11):1211-4.<br>PMID: 19241605 [PubMed - indexed for MEDLINE]                         |
| <b>Postural adaptation in elderly patients with instability and risk of falling after balance training using a virtual-reality system.</b>  | Suárez H, Suárez A, Lavinsky L.                                     | Int Tinnitus J. 2006;12(1):41-4.<br>PMID: 17147038 [PubMed - indexed for MEDLINE]                                   |
| <b>Use of virtual reality to enhance balance and ambulation in chronic stroke: a double-blind, randomized controlled study.</b>             | Kim JH, Jang SH, Kim CS, Jung JH, You JH.                           | Am J Phys Med Rehabil. 2009 Sep;88(9):693-701.<br>PMID: 19692788 [PubMed - indexed for MEDLINE]                     |

*Tabella 4* – Studi che utilizzano le Nuove Tecnologie ma che si riferiscono solo al controllo motorio in assenza di disordini muscolo scheletrici del rachide

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>A new postural balance control system for rehabilitation training based on virtual cycling.</b>                            | Song CG, Kim JY, Kim NG.  | IEEE Trans Inf Technol Biomed. 2004 Jun;8(2):200-7. PMID: 15217265 [PubMed - indexed for MEDLINE]             |
| <b>Aging and selective sensorimotor strategies in the regulation of upright balance.</b>                                      | Bugnariu N, Fung J.   | J Neuroeng Rehabil. 2007 Jun 20;4:19.PMID: 17584501 [PubMed - indexed for MEDLINE]                            |
| <b>Critical illness VR rehabilitation device (X-VR-D): evaluation of the potential use for early clinical rehabilitation.</b> | Van de Meent H, Baken BC, Van Opstal S, Hogendoorn P.   | J Electromyogr Kinesiol. 2008 Jun;18(3):480-6. Epub 2007 Jan 12.PMID: 17223575 [PubMed - indexed for MEDLINE] |
| <b>Development and user evaluation of a virtual rehabilitation system for wobble board balance training.</b>                  | Fitzgerald D, Trakarnratanakul N, Dunne L, Smyth B, Caulfield B.  | Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc. 2008;2008:4194-8. PMID: 19163637 [PubMed - indexed for MEDLINE]              |
| <b>Using a virtual reality system to study balance and walking in a virtual outdoor environment: a pilot study.</b>           | Nyberg L, Lundin-Olsson L, Sondell B, Backman A, Holmlund K, Eriksson S, Stenvall M, Rosendahl E, Maxhall M, Bucht G. | Cyberpsychol Behav. 2006 Aug;9(4):388-95. PMID: 16901241 [PubMed - indexed for MEDLINE]                       |
| <b>Virtual reality applications in improving postural control and minimizing falls.</b>                                       | Virk S, McConville KM.  | Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc. 2006;1:2694-7. Review. PMID: 17946975 [PubMed - indexed for MEDLINE]         |

*Tabella 5* – Studi osservazionali che utilizzano le Nuove Tecnologie

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>[Use of biofeedback in combined treatment of low spine pain]</b>   | Moseikin IA.  | Zh Nevrol Psikhiatr Im S S Korsakova. 2003;103(4):32-6. Russian. PMID: 12800549 [PubMed - indexed for MEDLINE]                        |
| <b>back pain: view from a psychiatrist's office.</b>  | Stenger EM.   | Clin J Pain. 1992 Sep;8(3):242-6. PMID: 1421738 [PubMed - indexed for MEDLINE]  |
| <b>Behavioural rehabilitation of chronic low back pain: comparison of an operant treatment, an operant-cognitive treatment and an operant-respondent treatment.</b> | Vlaeyen JW, Haazen IW, Schuerman JA, Kole-Snijders AM, van Eek H. | Br J Clin Psychol. 1995 Feb;34 ( Pt 1):95-118. PMID: 7757046 [PubMed - indexed for MEDLINE]   |
| <b>Biopsychosocial approaches to the treatment of chronic pain</b>  | Nielson WR, Weir R.   | Clin J Pain. 2001 Dec;17(4 Suppl):S114-27. Review. PMID: 11783824 [PubMed - indexed for MEDLINE]                                      |
| <b>Complaints of the arm, neck and shoulder among computer office workers in Sudan: a prevalence study with validation of an Arabic risk factors questionnaire.</b> | Eltayeb SM, Staal JB, Hassan AA, Awad SS, de Bie RA.              | Environ Health. 2008 Jun 27;7:33. PMID: 18588691 [PubMed - indexed for MEDLINE]Free PMC ArticleFree text                              |
| <b>Complementary and alternative medicine for labor pain: a systematic review.</b>  | Huntley AL, Coon JT, Ernst E.                                     | Am J Obstet Gynecol. 2004 Jul;191(1):36-44. Review. PMID: 15295342 [PubMed - indexed for MEDLINE]                                     |
| <b>Contribution of individual, workplace, psychosocial and physiological factors to neck pain in female office workers.</b>   | Johnston V, Jimmieson NL, Jull G, Souvlis T.                      | Eur J Pain. 2009 Oct;13(9):985-91. Epub 2008 Dec 25. PMID: 19111487 [PubMed - indexed for MEDLINE]                                    |
| <b>Low back pain and sciatica (chronic).</b>  | van Tulder M, Koes B.   | Clin Evid. 2003 Jun;(9):1260-76. Review. No abstract available. Update in: Clin Evid. 2003 Dec;(10):1359-76. PMID: 15366180 [PubMed ] |

|   |  |  |
|---|--|--|
| <b>Low back pain.</b>   | Van Tulder M, Koes BW.   | Am Fam Physician. 2002 Mar 1;65(5):925-8. No abstract available. PMID: 11898967 [PubMed - indexed for MEDLINE] |
| <b>Meeting the ranging of informational needs of chronic low back pain sufferers: conceptual design and rationale of the interactive website ONESELF.</b> | Schulz PJ, Rubinelli S, Mariotti G, Keller N.                              | Disabil Rehabil. 2009;31(25):2118-24. PMID: 19888842 [PubMed - indexed for MEDLINE]                            |
| <b>Mind-body therapies for the management of pain.</b>  | Astin JA.  | Clin J Pain. 2004 Jan-Feb;20(1):27-32. Review. PMID: 14668653 [PubMed - indexed for MED]                       |
| <b>Posttraumatic headache: an exploratory treatment study.</b>  | Tatrow K, Blanchard EB, Silverman DJ.                                      | Appl Psychophysiol Biofeedback. 2003 Dec;28(4):267-78. PMID: 14686080 [PubMed - indexed for MEDLINE]           |
| <b>Psychosocial therapies for neck pain.</b>  | Victor L, Richeimer SM.  | Phys Med Rehabil Clin N Am. 2003 Aug;14(3):643-57. Review. PMID: 12948346 [PubMed - indexed for MEDLINE]       |
| <b>Technology-enhanced interactive surgical education.</b>  | Whitson BA, Hoang CD, Jie T, Maddaus MA.                                   | J Surg Res. 2006 Nov;136(1):13-8. Epub 2006 Sep 27. PMID: 17007885 [PubMed - indexed for MEDLINE]              |
| <b>The effectiveness of psychological interventions for the rehabilitation of low back pain: a randomized controlled trial evaluation.</b>                | Altmaier EM, Lehmann TR, Russell DW, Weinstein JN, Kao CF.                 | Pain. 1992 Jun;49(3):329-35. PMID: 1408299 [PubMed - indexed for MEDLINE]                                      |
| <b>Usage analysis of a primary care medical resource on the Internet.</b>   | Graber MA, D'Alessandro DM, D'Alessandro MP, Bergus GR, Levy B, Ostrem SF. | Comput Biol Med. 1998 Sep;28(5):581-8. PMID: 9861513 [PubMed - indexed for MEDLINE]                            |
| <b>VISION2003: virtual learning units for medical training and education.</b>   | Lison T, Günther S, Ogurol Y, Pretschner DP, Wischnesky MB.                | Int J Med Inform. 2004 Mar 18;73(2):165-72. PMID: 15063376 [PubMed - indexed for MEDLINE]                      |
| <b>Rehabilitative ultrasound imaging of the posterior paraspinal muscles.</b>   | Stokes M, Hides J, Elliott J, Kiesel K, Hodges P                           | J Orthop Sports Phys Ther. 2007 Oct;37(10):581-95. Review. PMID: 17970405 [PubMed - indexed for MEDLINE]       |
| <b>Ultrasound imaging as a feedback tool in the rehabilitation of trunk muscle dysfunction for people with low back pain.</b>                             | Henry SM, Teyhen DS.   | J Orthop Sports Phys Ther. 2007 Oct;37(10):627-34. Review. PMID: 17970410 [PubMed - indexed for MEDLINE]       |

*Tabella 6 – Studi che non utilizzano le Nuove Tecnologie*

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Intra-tester reproducibility of pressure biofeedback in measurement of transversus abdominis function.</b>      | Storheim K, Bø K, Pederstad O, Jahnsen R.                                 | Physiother Res Int. 2002;7(4):239-49. PMID: 12528579 [PubMed - indexed for MEDLINE]                 |
| <b>Reliability of a test measuring transversus abdominis muscle recruitment with a pressure biofeedback unit.</b>  | von Garnier K, Köveker K, Rackwitz B, Kober U, Wilke S, Ewert T, Stucki G | Physiotherapy. 2009 Mar;95(1):8-14. Epub 2009 Jan 22. PMID: 19627680 [PubMed - indexed for MEDLINE] |
| <b>A novel method for neck coordination exercise – a pilot study on person with chronic non-specific neck pain</b> | Ulrik Roijezon, Martin Bjorklund, Mikael Bergenheim, Mats Djupsjobacka    | J Neuroeng Rehabil. 2008 Dec 23;5;36 PMID: 19105826 [PubMed - indexed for MEDLINE]                  |
| <b>Lumbar stimulation belt for therapy of low-back pain.</b>   | Popović DB, Bijelić G, Miler V, Dosen S, Popović MB, Schwirtlich L.       | Artif Organs. 2009 Jan;33(1):54-60. PMID: 19178441 [PubMed - indexed for MEDLINE]                   |

Tabelle 7,8,9,10 – Studi inclusi nello studio classificati per tipologia di dispositivo tecnologico utilizzato

Tabella 7 - MYOFFEEDBACK TRAINING

| RIFERIMENTO BIBLIOGRAFICO E TIPO DI STUDIO   | OBIETTIVO  | POPOLAZIONE ED ETA'  |
|--|--|--|
| TIPO DI INTERVENTO   | MISURE DI OUTCOME E FOLLOW UP  | RISULTATI E LIMITI   |
| <p>52 <i>Prognostic factors for the effects of two interventions for work-related neck-shoulder complaints: myofeedback training and ergonomic counselling.</i><br/>Voerman GE, Vollenbroek-Hutten MM, Sandsjö L, Kadefors R, Hermens HJ. <i>Appl Ergon.</i> 2008 Nov;39(6):743-53. Epub 2008 Feb 21. PMID: 18206133 [PubMed - indexed for MEDLINE]</p> <p>RCT</p> | <p>Indagare i fattori prognostici relativi a due interventi riabilitativi riferiti al neck-shoulder discomfort correlato al lavoro</p> <p>Potential sociodemographic prognostic factors<br/>Specifi Questionarie EQ5D<br/>Potential psychological prognostic factors<br/>FABQ, MPI, CSQ, Expetations</p> <p>FOLLOW UP<br/>T0 - dopo trattamento<br/>T3 - dopo 3 mesi</p> | <p>38 soggetti:<br/>18 Mfb/EC group<br/>20 EC group<br/>Età media:<br/>49,6 - 48,2</p> <p>La percezione del livello di disagio rappresenta l'unico fattore prognostico relativo agli effetti dei due interventi riabilitativi, sia immediatamente dopo che a tre mesi.</p> <p>Da questo studio preliminare è possibile concludere che i soggetti con limitazioni al distretto collo-spalla, correlate al lavoro, con livelli elevati di disagio e disabilità, trovano beneficio da entrambi gli interventi. Questi benefici risultano maggiori per quei soggetti con "interpesonally distressed" e "dysfunctional profile" e per coloro che non ignorano le loro sensazioni dolorose</p> <p>LIMITI<br/>Piccola dimensione della popolazione in esame<br/>Mancanza di un puro gruppo di controllo</p> |
| <p>62 <i>The receptiveness toward remotely supported myofeedback treatment.</i><br/>Huis in't Veld MH, Voerman GE, Hermens HJ Jr, Vollenbroek-Hutten MM. <i>Telemed J E Health.</i> 2007 Jun;13(3):293-301. PMID: 17603832 [PubMed - indexed for MEDLINE]</p> <p>CT</p>  | <p>Valutare come alternative al myofeedback tradizionale uno con connessione remota perché potenzialmente in grado di incrementare l'efficienza e l'efficacia della cura</p> <p>2 questionari: uno per il paziente e 1 per il terapeuta</p>  | <p>22 soggetti con disordini muscoloscheletrici in regione collo-spalla di varia origine</p> <p>I risultati dimostrano un'attitudine positiva nel suo uso 53% per i pazienti e 67% per i terapisti. Tuttavia i terapisti sottolineano l'assenza di una comunicazione non verbale e di un'interazione fisica con i soggetti</p> <p>LIMITI<br/>Piccolo Gruppo<br/>Nessun gruppo di controllo</p>   |
| <p>Protocollo standard: indossare per quattro settimane il myofeedback durante le attività quotidiane (audio, vibrazione) e un contatto a settimana da remoto con il terapeuta per discutere sui dati registrati dallo strumento</p>   | <p>2 questionari: uno per il paziente e 1 per il terapeuta</p>   | <p>I risultati dimostrano un'attitudine positiva nel suo uso 53% per i pazienti e 67% per i terapisti. Tuttavia i terapisti sottolineano l'assenza di una comunicazione non verbale e di un'interazione fisica con i soggetti</p> <p>LIMITI<br/>Piccolo Gruppo<br/>Nessun gruppo di controllo</p>  |

Tabella 8 - RUSI – REHABILITATIVE ULTRASOUND IMAGING

| RIFERIMENTO BIBLIOGRAFICO E TIPO DI STUDIO   | OBIETTIVO  | POPOLAZIONE ED ETA'   |
|--|--|---|
| TIPO DI INTERVENTO   | MISURE DI OUTCOME E FOLLOW UP  | RISULTATI E LIMITI  |
| <p>63 <i>The use of ultrasound imaging of the abdominal drawing-in maneuver in subjects with low back pain. RCT</i></p>  | <p>Teyhen DS, Miltenberger CE, Deiters HM, Del Toro YM, Pulliam JN, Childs JD, Boyles RE, Flynn TW.</p>  | <p>J Orthop Sports Phys Ther. 2005 Jun;35(6):346-55.</p>  |
| <p>Prima fase in cui tutti i soggetti hanno seguito un programma di educazione e training tradizionale.<br/>Seconda fase<br/>Gruppo A prosegue nel training tradizionale<br/>Gruppo B prosegue il training tradizionale con in aggiunta l'uso del biofeedback ultrasound<br/>Terza fase: valutazione dei benefici a breve termine<br/>Quarta fase: insegnamento di esercizi a domicilio<br/>Quinta fase: valutazione finale dopo 4 giorni</p>  | <p>Misurazione del spessore muscolare del TrA e del suo reclutamento con US<br/>OSWESTRY Q.<br/><br/>FOLLOW UP<br/>Pre, Post e dopo 4 giorni</p>   | <p>Risultati contraddittori in quanto tutti i soggetti riuscivano fin da subito a reclutare correttamente il TrA, per il quale non è stato possibile valutare la reale efficacia nell'uso del biofeedback us.</p>   |
| <p>37 <i>Influence of feedback schedule in motor performance and learning of a lumbar multifidus muscle task using rehabilitative ultrasound imaging: a randomized clinical trial.</i><br/>Herbert WJ, Heiss DG, Basso DM. <i>Phys Ther.</i> 2008 Feb;88(2):261-9. Epub 2007 Nov 27.<br/>PMID: 18042655 [PubMed - indexed for MEDLINE]</p> <p>RCT</p>  | <p>LBP potrebbe essere associato a un'alterazione di reclutamento del multifido.<br/>Un intervento per promuovere la stabilizzazione lombare in pz conLBP include il reclutamento del multifido attraverso esercizi di stabilizzazione segmentale SSE<br/>Tuttavia i clinici indicano che i pz hanno difficoltà nell'imparare come reclutare il multifido attraverso l'uso di biofeedback (FB)esterni come ad esempio la palpazione. Viene pertanto proposto l'utilizzo di ultrasuoni (RUSI- real time rehabilitative ultrasound imaging)<br/>Risultati da ricerche precedenti indicano chela variazione di frequenza o variazione di programma del FB durante la pratica migliora l'apprendimento se comparato con FB costante quando si valuta la capacità di trasferire l'apprendimento nelle nuove situazioni.</p> | <p>30 partecipanti; criteri di inclusione: adulti SANI tra 18 e 49 anni, BMI minore o uguale a 30, forza 5/5 nei muscoli degli arti inferiori e neltronco. Riflessi rotulei e achillei 2+:</p>  |
| <p>30 soggetti randomizzati in 2 gruppi. 2 soggetti abbandonarono.<br/><br/>US a livello S1: valutazione del reclutamento dx e sin per recuperare valori di base e asimmetrie<br/>Sessione di training con soggetti in posizione prona in posizione neutra. Esercizi: 15 minuti, 2 v a settimana, L'RUSI era registrato su di un video per ciascuna delle 12 ripetizioni. Gruppo CON ricevevano un feedback di RUSI dell'attivazione del multifido sul monitor senza ricevere un feedback visivo.<br/>Gruppo VAR ricevevano il feedback dopo aver effettuato un numero di ripetizioni di esercizi basato su un predeterminato programma. Dopo la fase di training i soggetti eseguirono 2 sessioni separate. La prima una settimana dopo per valutare la conservazione del task a breve termine. La seconda sessione venne eseguita una settimana dopo. Ogni soggetto eseguiva 2 set di 12 ripetizioni di reclutamento isometrico del multifido dx e sin con un breve periodo di riposo tra i set.</p> | <p>HPAQ modificato<br/>US<br/>Video<br/><br/>FOLLOW UP<br/><br/>1 sett e dopo almeno 4 settimane</p>   | <p>la scoperta più importante dello studio è che il gruppo VAR era riuscito a mantenere per un tempo più lungo la capacità di reclutamento del multifido a livello di S1<br/><br/>Inoltre i risultati raggiunti suggeriscono che il RUSI è un utile strumento biofeedback ed i soggetti acquisivano i compiti in minor tempo rispetto al gruppo CON<br/><br/>LIMITI<br/>Piccolo gruppo<br/>Assenza di un gruppo placebo</p> |

Tabella 9 - SINGLE ACCELEROMETER

| RIFERIMENTO BIBLIOGRAFICO E TIPO DI STUDIO  | OBIETTIVO   | POPOLAZIONE ED ETA'  |
|---|---|--|
| TIPO DI INTERVENTO  | MISURE DI OUTCOME E FOLLOW UP   | RISULTATI E LIMITI   |
| <p>35 <i>Evaluation of a single accelerometer based biofeedback system for real-time correction of neck posture in computer users.</i> Breen PP, Nisar A, O'laighin G. <i>Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc.</i> 2009;2009:7269-72. PMID: 19965101 [PubMed - indexed for MEDLINE]</p> <p>RC</p>   | <p>Questo studio preliminare valuta un nuovo sistema a biofeedback mini invasivo per la correzione della postura sul posto di lavoro.</p> | <p>6 soggetti senza storia Neck Pain o Back Pain</p>   |
| <p>Unico gruppo. Prima fase viene applicato il sensore al livello C7 e calibrato sul soggetto. Il soggetto lavora al computer senza biofeedback. Lo strumento misura i movimenti cervicali sul piano sagittale su un periodo di 5 ore. Seconda fase: come nella prima fase ma con il biofeedback acceso. Il biofeedback viene dato da un'immagine sul pc sia visiva che sonora.</p> | <p>Valutazione data dai dati registrati durante le 2 sessioni di lavoro.</p>  | <p>I risultati di questo studio preliminare dimostrano che con l'utilizzo del biofeedback i partecipanti mantenevano delle migliori posture durante il lavoro rispetto al non biofeedback</p> <p>LIMITI<br/>Tipologia di studio<br/>Piccola popolazione<br/>Nessun gruppo di controllo</p> |

Tabella 10 - BACK TRACKER

| RIFERIMENTO BIBLIOGRAFICO E TIPO DI STUDIO   | OBIETTIVO   | POPOLAZIONE ED ETA'   |
|--|---|---|
| TIPO DI INTERVENTO   | MISURE DI OUTCOME E FOLLOW UP   | RISULTATI E LIMITI  |
| <p>45 <i>Motor Control Learning in Chronic Low Back Pain</i> agnusson, Marianne L. <i>DrMedSc; Chow, Daniel H. PhD; Diamandopoulos, Zoe MSc; Pope, Malcom H. PhD, DrMedSc, DSc Spine: 15 July 2008 - Volume 33 - Issue 16 - pp E532-E538 doi: 10.1097/BRS.0b013e31817dfd9a Biomechanics</i></p> <p>RCT</p> | <p>Valutare gli effetti dei principi di apprendimento motorio con un programma computerizzato basato sul biofeedback in soggetti con CLBP. Comparare i risultati di un trattamento riabilitativo standard accompagnato dal trattamento con programma computerizzato a biofeedback versus il solo programma riabilitativo standard. Valutare i benefici a lungo termine di questo trattamento.</p> | <p>47 soggetti (21 drop-out a 6 mesi) con storia di CLBP</p> <p>Età media: 52,3 y<br/>Pain medio: 12,5 y</p>  |
| <p>Gruppo A: programma di riabilitazione standard (5 sessioni di un'ora) protocollo Westburn Centre<br/>Gruppo B: come gruppo A + biofeedback training (Back works soft con Back tracker) 10 sessioni da 30 minuti</p>   | <p>ROM con sistema Back Tracker VAS, SF-36</p> <p>FOLLOW UP<br/>Pre, Post, a 6 w e a 6 m</p>  | <p>Si evidenziano marcate differenze nei risultati con precedenti studi che utilizzano il biofeedback rispetto a questo studio. I risultati di questo studio dimostrano chiaramente dei benefici sia a breve che a lungo termine nell'uso del biofeedback in aggiunta ad un programma standard.</p> <p>LIMITI<br/>Possibile effetto Hawthorne<br/>Mancanza di un gruppo placebo</p> |

## DISCUSSIONE

La prima cosa che si è cercato di fare consiste in una prima classificazione rispetto alla tipologia di NT utilizzate nel trattamento. Ho anche deciso di mantenere nella revisione due articoli che pur rivolgendosi ad una popolazione sana erano di interesse per questo studio.

In due studi viene impiegato nel trattamento un sistema a biofeedback portatile chiamato "Myofeedback training".

In due studi viene utilizzato l'Ultrasound Imaging come dispositivo a feedback per la riabilitazione dei muscoli del tronco, chiamato RUSI.

In uno studio viene valutato un accelerometro come sistema a biofeedback mini invasivo per la correzione della postura sul posto di lavoro.

In uno studio, infine, viene valutato l'uso di un programma computerizzato costituito da un dispositivo chiamato "Back-traker" a biofeedback per la riabilitazione nel LBP.

In nessuno degli studi viene utilizzata né la Realtà Virtuale, intesa nella sua principale definizione, né la Robotica come trattamento per la riabilitazione dei disordini muscolo scheletrici del rachide. Vengono invece proposti, con dispositivi diversi, sempre sistemi a biofeedback. Infine in tutti gli RCT le NT sono sempre proposte come integrazione ad un programma di riabilitazione standard, quindi mai come programma esclusivo.

### **MYOFEEDBACK TRAINING** <sup>8,22</sup>

In questi due studi di moderata qualità metodologica, proposti entrambi da Voerman e coll. di cui quello del 2007 è un CT mentre quello del 2008 un RCT, viene preso in esame l'utilizzo del Myofeedback training per il trattamento dei Neck-Shoulder

complaints correlati all'attività lavorativa. Il Myofeedback training si basa sulla teoria Cinderella proposta da Hagg nel 1991. Questa teoria afferma che un insufficiente rilassamento dei muscoli del distretto del collo e della spalla, contribuisce alla cronicizzazione del neck-shoulder pain.

Il trattamento proposto su questi principi consiste in una misurazione continua dell'attività elettromiografica dei muscoli del trapezio attraverso un dispositivo portatile che rimanda al soggetto, attraverso un avviso sonoro ed uno stimolo vibratorio, un feedback quando il tempo di rilassamento non è sufficiente. Lo strumento è costituito da



un'imbracatura alla quale sono fissati degli elettrodi di superficie, a loro volta collegati con un dispositivo elettromiografico portatile. Il dispositivo è caricato con un software che registra i parametri elettromiografici ed attiva il feedback, costituito da una leggera vibrazione e un leggero suono, quando i parametri registrati restituiscono il valore medio percentuale riferito al tempo, sono inferiori del 20% una certa soglia (10mv per più di 0,125 sec). Il protocollo proposto da Hermes and Hutten (2002) e da Voerman et al (2007) prevede che i soggetti indossino il dispositivo durante l'attività lavorativa per un periodo complessivo di 4 settimane, da utilizzare per almeno 2 giorni a settimane per 2 ore al giorno.

Come citato in premessa, questo dispositivo, viene proposto come integrazione ad un programma standard che nello studio RCT analizzato consiste in un intervento di Ergonomic Counselling. I risultati di entrambi gli studi, per la metodologia di indagine e per i

limiti stessi degli studi, non dimostrano una significativa efficacia nell'utilizzo di tale dispositivo per il trattamento del neck-shoulder pain correlati al lavoro rispetto ad un trattamento standard.

### **RUSI - Rehabilitative UltraSound Imaging** <sup>6,19</sup>

In questi due RCT di buona qualità metodologica viene preso in esame l'utilizzo del dispositivo RUSI (Rehabilitative UltraSound Imaging) come dispositivo a feedback per ristabilire un corretto controllo motorio a livello dei muscoli stabilizzatori. Questo dispositivo si basa sulla teoria che in seguito ad un episodio acuto di Low Back Pain (LBP) permane un deficit nel controllo neuro-muscolare segmentale dei muscoli stabilizzatori. Il trattamento proposto su questi principi si basa nell'utilizzo di un apparecchio ad ultrasuoni (del tipo usato per le ecografie) il cui trasduttore viene posizionato dal fisioterapista nell'area del muscolo che si vuole trattare. Negli studi esaminati viene utilizzato sia per il trattamento



del muscolo trasverso che per il trattamento del muscolo multifido a livello S1.

Nello studio di Teyhen DS e coll., il dispositivo viene proposto come integrazione ad un protocollo riabilitativo standard che in questo RCT era l'ADIM (Abdominal drawing-in maneuver).

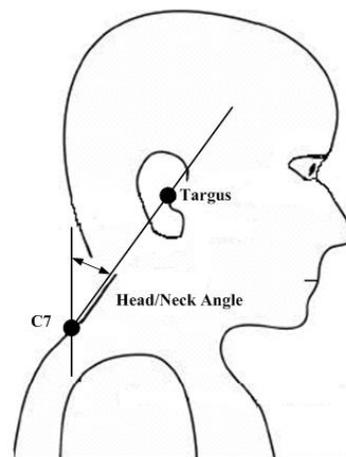
I soggetti, durante il training proposto dal protocollo ADIM, ricevono dei feedback visivi, costituiti dal monitor del RUSI e dei feedback verbali da parte del fisioterapista. Mentre lo studio di Herbert WJ, Heiss DG, Basso DM valutava all'interno di una popolazione sana le differenze nella capacità di reclutamento del

muscolo multifido con o senza un feedback visivo; rappresentato dal monitor del RUSI.

Rispetto al primo studio, non emergono risultati significativi nell'uso del RUSI rispetto all'applicazione di un protocollo standard, mentre nel secondo studio sono emerse delle differenze fra i soggetti che avevano solo un feedback verbale rispetto a quelli che avevano anche un feedback visivo. Pur esistendo già diversi studi in letteratura su questo dispositivo, rimangono ancora dei limiti rispetto al suo utilizzo da parte del fisioterapista.

### **NOVEL SINGLE ACCELEROMETER <sup>2</sup>**

In questo Trial Clinico, di bassa qualità metodologica, viene proposto un nuovo sistema a biofeedback mini invasivo per la correzione della postura sul posto di lavoro. Questo strumento si basa sull'evidenze che dimostrano l'associazione fra utilizzo del computer ed il rischio di sviluppare dolore o disturbi muscolo scheletrici. L'uso continuo del computer rappresenta il fattore di rischio principale per i disturbi muscolo scheletrici del collo e delle spalle. Gli autori hanno sviluppato un sistema a biofeedback costituito da un accelerometro elettronico da posizionare a livello della vertebra C7, connesso ad un personal computer via micro controller. L'accelerometro trasmettendo i dati al controller, vengono poi inviati in tempo reale al personal computer dell'utente il quale, attraverso una piccola finestra sul suo desktop riesce a monitorare la sua postura. Inoltre, nel momento in cui il soggetto assume una postura sbagliata, il dispositivo invia due tipi di feedback: visivo, con l'immagine sul desktop che da verde (good



posture) diventa rossa (bad posture). Nel caso in cui, la finestra sul desktop fosse chiusa, ed il soggetto assumesse una cattiva postura, verrebbe emesso un segnale acustico e si aprirebbe nuovamente la finestra di controllo.

I soggetti sono stati valutati in due diverse sessioni di 5 ore ciascuna. La prima con l'accelerometro come strumento di misurazione, la seconda fase con l'accelerometro come dispositivo a biofeedback. I risultati significativi di questo studio preliminare dimostrano che con l'utilizzo del biofeedback i partecipanti mantenevano delle migliori posture durante il lavoro. I limiti sono rappresentati dalla natura stessa dello studio, clinical trial, per la piccola popolazione presa in esame e per il fatto che tutti i partecipanti non avessero una storia di neck pain o back pain.

### **BACK TRACKER SYSTEM <sup>11</sup>**

In questo RCT di buona qualità metodologica, viene proposto un dispositivo a biofeedback posturale, chiamato Back Tracker System. Questo dispositivo si basa su precedenti studi effettuati dagli autori i quali dimostrano che l'ampiezza elettromiografia delle risposte muscolari con carichi improvvisi era inferiore nei soggetti con lombalgia cronica (CLBP) rispetto a soggetti sani. Gli autori, sviluppando uno studio di Donatell et al, propongono come nuovo dispositivo, un goniometro triassiale elettronico fissato su una barra, la quale attraverso una connessione a PC e attraverso l'ausilio di uno specifico software (Back works software) sono in grado di misurare sui tre assi i movimenti del tronco oltre che poter proporre un training specifico al soggetto attraverso il monitor di un personal computer. I partecipanti, muovendo il loro tronco, muovono una icona sul PC. Attraverso questa interazione, vengono proposti esercizi progressivamente più difficili. Durante questo training, i partecipanti ricevono tre tipi di feedback; visivo, uditivo

e un report di successo. Anche l'utilizzo di questo dispositivo è stato integrato all'interno di un protocollo standard di riabilitazione. Il protocollo utilizzato in questo studio è stato il Back Rehabilitation Program del centro di Westburn. Il programma sottoposto ai partecipanti è stato di 10 sessioni della durata di 30 minuti. I risultati di questo studio dimostrano chiaramente dei benefici sia a breve che a lungo termine nell'uso di questo dispositivo a biofeedback in aggiunta ad un programma standard. I limiti sollevati dagli autori si riferiscono ad un possibile effetto Hawthorne.



## CONCLUSIONI

Uno dei principali obiettivi della riabilitazione consiste nel migliorare sia quantitativamente che qualitativamente le abilità quotidiane allo scopo di avere una migliore qualità di vita. L'applicazione delle NT nei programmi riabilitativi sono molteplici. Tuttavia da questa revisione emerge chiaramente che esistono ancora dei campi della riabilitazione che dovranno essere sviluppati in futuro da parte delle NT. Quanto emerso dalla letteratura dimostra che gli strumenti ed i dispositivi a disposizione della riabilitazione per i disordini muscolo scheletrici aspecifici del rachide sono ancora pochi e che i risultati ottenuti dagli studi sono deludenti. I risultati ottenuti con il dispositivo Myofeedback sono paragonabili ad un programma riabilitativo standard. Il dispositivo RUSI è uno strumento costoso, che richiede una formazione specifica per il fisioterapista e che non permette un'interazione diretta da parte del paziente.

Interessante nella concezione e nei risultati ottenuti, seppur nei limiti rappresentati dallo studio, sembra essere l'utilizzo dell'accelerometro, considerato il suo utilizzo nei contesti lavorativi. Anche il dispositivo Back Tracker rappresenta una novità sia nell'approccio riabilitativo, discostandosi dagli strumenti che misurano l'attività elettromiografica a favore di un apprendimento motorio, sia nei risultati ottenuti dallo studio controllato e randomizzato. Non richiede una particolare formazione da parte del fisioterapista, fruibile immediatamente dal paziente e probabilmente da costi contenuti.

## BIBLIOGRAFIA

- 1) Blumenstein B, Bar-Eli M, Tenenbaum G. Biofeedback Applications in Performance Enhancement: Brain and Body in Sport and Exercise. Sussex, UK: John Wiley & Sons; 2002.
- 2) Breen PP, Nisar A, O'Leighin G. Evaluation of a single accelerometer based biofeedback system for real-time correction of neck posture in computer users. Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc. 2009;2009:7269-72.
- 3) Dizionario Italiano Sabatini Coletti
- 4) Heidi S. Motor rehabilitation using virtual reality. Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation 2004, 1,10 1-8
- 5) Henry SM, Teyhen DS. Ultrasound imaging as a feedback tool in the rehabilitation of trunk muscle dysfunction for people with low back pain. J Orthop Sports Phys Ther. 2007 Oct;37(10):627-34. Review.
- 6) Herbert WJ, Heiss DG, Basso DM. Influence of feedback schedule in motor performance and learning of a lumbar multifidus muscle task using rehabilitative ultrasound imaging: a randomized clinical trial. Phys Ther. 2008 Feb;88(2):261-9. Epub 2007 Nov 27.
- 7) <http://www.vrphobia.eu>
- 8) Huis in't Veld MH, Voerman GE, Hermens HJ Jr, Vollenbroek-Hutten MM. The receptiveness toward remotely supported myofeedback treatment. Telemed J E Health. 2007 Jun;13(3):293-301.
- 9) It.wikipedia.org
- 10) Keshner EA, Kenyon RV: Using immersive technology for postural research and rehabilitation. Assist Technol 2004, 16:54-62
- 11) Magnusson, Marianne L. DrMedSc; Chow, Daniel H. PhD; Diamandopoulos, Zoe MSc; Pope, Malcom H. PhD, DrMedSc, DSc Motor Control Learning in Chronic Low Back Pain Spine: 15 July 2008 - Volume 33 - Issue 16 - pp E532-E538
- 12) Oxford English Dictionary
- 13) Patton J, Dawe G., Scharver C, Mussa-Ivaldi F, Kenyon R. Robotics and virtual reality: the development of a life-sized 3-D System for the rehabilitation of motor function. 26<sup>th</sup> Annual Inter. Conference. San Francisco, CA, USA September 1-5, 2004
- 14) Popović DB, Bijelić G, Miler V, Dosen S, Popović MB, Schwirtlich L. Lumbar stimulation belt for therapy of low-back pain. Artif Organs. 2009 Jan;33(1):54-60.
- 15) Robert V, Jason Leigh, Emily A. Considerations for the future development of virtual technology as a rehabilitation tool. Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation 2004, 1:13 1-10
- 16) Schultheis M., Rizzo A. The application of virtual reality technology in rehabilitation. Rehab Psychology, 2001. Vol 46, 3 296-11.
- 17) Song CG, Kim JY, Kim NG. A new postural balance control system for rehabilitation training based on virtual cycling. IEEE Trans Inf Technol Biomed. 2004 Jun;8(2):200-7.
- 18) Stokes M, Hides J, Elliott J, Kiesel K, Hodges P Rehabilitative ultrasound imaging of the posterior paraspinal muscles. J Orthop Sports Phys Ther. 2007 Oct;37(10):581-95. Review.
- 19) Teyhen DS, Miltenberger CE, Deiters HM, Del Toro YM, Pulliam JN, Childs JD, Boyles RE, Flynn TW. The use of ultrasound imaging of the abdominal drawing-in maneuver in subjects with low back pain. J Orthop Sports Phys Ther. 2005 Jun;35(6):346-55.
- 20) Ulrik Roijezon, Martin Bjorklund, Mikael Bergenheim, Mats Djupsjobacka A novel method for neck coordination exercise – a pilot study on person with chronic non-specific neck pain J Neuroeng Rehabil. 2008 Dec 23;5;36
- 21) Voerman GE, Vollenbroek-Hutten MM, Sandsjö L, Kadefors R, Hermens HJ. Prognostic factors for the effects of two interventions for work-related neck-shoulder complaints: myofeedback training and ergonomic counselling. Appl Ergon. 2008 Nov;39(6):743-53. Epub 2008 Feb 21.
- 22) Waddell G. Low Back pain: a twentieth century health care enigma. Spine 1996; 21:2828-50