

- extension in healthy subjects.** Man Ther. 2001 Nov;6(4):235-41.
22. Vernon H. **The Neck Disability Index: state-of-the-art, 1991-2008.** J Manipulative Physiol Ther. 2008 Sep;31(7):491-502. Review.
23. Wang SF, Teng CC, Lin KH. **Measurement of cervical range of motion pattern during cyclic neck movement by an ultrasound-based motion system.** Man Ther. 2005 Feb;10(1):68-72.
24. Williams MA, McCarthy CJ, Chorti A, Cooke MW, Gates S.J **A systematic review of reliability and validity studies of methods for measuring active and passive cervical range of motion.** Manipulative Physiol Ther. 2010 Feb;33(2):138-55. Review.
25. Youdas JW, Carey JR, Garrett TR. **Reliability of measurements of cervical spine range of motion - comparison of three methods.** Phys Ther. 1991 Feb;71(2):98-104; discussion 105-6.

## **Università degli studi di Genova**

**Facoltà di Medicina e Chirurgia**

### **MASTER IN RIABILITAZIONE DEI DISORDINI MUSCOLOSCHELETRICI**

**in collaborazione con libera Università di Bruxelles**

### **"MISURE DI VALUTAZIONE QUANTITATIVE E QUALITATIVE APPLICABILI AL RACHIDE CERVICALE"**

**Relatore :**

**Dott. OMT Andrea Zimoli**

**Candidato:**

**Dott. Andrea Capuzzo**

-----  
**Anno Accademico 2008-2009**

15. O'Leary S, Falla D, Jull G, Vicenzino B. **Muscle specificity in tests of cervical flexor muscle performance.** J Electromyogr Kinesiol. 2007 Feb;17(1):35-40. Epub 2006 Jan 19.
16. Petersen CM, Schuit D, Johnson RD, Knecht H, Levine P. **Agreement of measures obtained radiographically and by the OSI CA-6000 Spine Motion Analyzer for cervical spinal motion.** Man Ther. 2008 Jun;13(3):200-5. Epub 2007 Mar 26
17. Pietrobon R, Coeytaux RR, Carey TS, Richardson WJ, DeVellis RF. **Standard scales for measurement of functional outcome for cervical pain or dysfunction: a systematic review.** Spine (Phila Pa 1976). 2002 Mar 1;27(5):515-22. Review.
18. Prushansky T, Deryi O, Jabarreen B. **Reproducibility and validity of digital inclinometry for measuring cervical range of motion in normal subjects.** Physiother Res Int. 2010 Mar;15(1):42-8.
19. Prushansky T, Dvir Z. **Cervical motion testing: methodology and clinical implications.** J Manipulative Physiol Ther. 2008 Sep;31(7):503-8. Review.
20. Schuit D, Petersen C, Johnson R, Levine P, Knecht H, Goldberg D. **Validity and reliability of measures obtained from the OSI CA-6000 Spine Motion Analyzer for lumbar spinal motion.** Man Ther. 1997 Nov;2(4):206-215.
21. Tousignant M, Boucher N, Bourbonnais J, Gravelle T, Quesnel M, Brosseau L. **Intratester and intertester reliability of the Cybex electronic digital inclinometer (EDI-320) for measurement of active neck flexion and**

7. Humphreys BK. **Cervical outcome measures: testing for postural stability and balance.** J Manipulative Physiol Ther. 2008 Sep;31(7):540-6. Review.
8. James G, Doe T. **The craniocervical flexion test: intra-tester reliability in asymptomatic subjects.** Physiother Res Int. 2010 Feb 9.
9. Jordan K. **Assessment of published reliability studies for cervical spine range-of-motion measurement tools.** J Manipulative Physiol Ther. 2000 Mar-Apr;23(3):180-95. Review.
10. Jull GA, O'Leary SP, Falla DL. **Clinical assessment of the deep cervical flexor muscles: the craniocervical flexion test.** J Manipulative Physiol Ther. 2008 Sep;31(7):525-33. Review.
11. Koerhuis CL, Winters JC, van der Helm FC, Hof AL. **Neck mobility measurement by means of the 'Flock of Birds' electromagnetic tracking system.** Clin Biomech (Bristol, Avon). 2003 Jan;18(1):14-8.
12. Kuo YL, Tully EA, Galea MP. **Video analysis of sagittal spinal posture in healthy young and older adults.** J Manipulative Physiol Ther. 2009 Mar-Apr;32(3):210-5.
13. Morphett AL, Crawford CM, Lee D. **The use of electromagnetic tracking technology for measurement of passive cervical range of motion: a pilot study.** J Manipulative Physiol Ther. 2003 Mar-Apr;26(3):152-9.
14. Nikolaos Strimpakos. **The assessment of the cervical spine. Part 1: Range of motion and proprioception.** Journal of Bodywork & Movement Therapies (2009) xx, 1-11

**"MISURE DI VALUTAZIONE QUANTITATIVE E  
QUALITATIVE APPLICABILI AL RACHIDE  
CERVICALE"**

**INDICE**

➤ <b>ABSTRACT</b> .....	pag. 5
➤ <b>INTRODUZIONE</b> .....	pag. 7
➤ <b>MATERIALI E METODI</b> .....	pag. 9
➤ <b>RISULTATI</b> .....	pag. 16
➤ <b>DISCUSSIONE</b> .....	pag. 56
➤ <b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	60

## - BIBLIOGRAFIA

1. Amiri M, Jull G, Bullock-Saxton J. **Measuring range of active cervical rotation in a position of full head flexion using the 3D Fastrak measurement system: an intra-tester reliability study.** Man Ther. 2003 Aug;8(3):176-9.
2. Assink N, Bergman GJ, Knoester B, Winters JC, Dijkstra PU. **Assessment of the cervical range of motion over time, differences between results of the Flock of Birds and the EDI-320: a comparison between an electromagnetic tracking system and an electronic inclinometer.** Man Ther. 2008 Oct;13(5):450-5. Epub 2007 Aug 2
3. Dvir Z, Prushansky T. **Cervical muscles strength testing: methods and clinical implications.** J Manipulative Physiol Ther. 2008 Sep;31(7):518-24. Review.
4. Falla D, Jull G, O'Leary S, Dall'Alba P. **Further evaluation of an EMG technique for assessment of the deep cervical flexor muscles.** J Electromyogr Kinesiol. 2006 Dec;16(6):621-8. Epub 2005 Dec 15.
5. Grimmer-Somers K, Milanese S, Louw Q. **Measurement of cervical posture in the sagittal plane.** J Manipulative Physiol Ther. 2008 Sep;31(7):509-17. Review
6. Hole DE, Cook JM, Bolton JE, **Reliability and concurrent validity of two instruments for measuring cervical range of motion: effects of age and gender.** Man Ther. 1995 Nov;1(1):36-42.

della CS possiede un grande limite, associata al fatto che la riproducibilità è stata investigata usando primariamente parametri relativi e per questo l'errore associato non è ancora stato stabilito.

Quindi, in considerazione di quanto sopra, la valutazione della forza muscolare cervicale come misura di outcome clinico, in particolare per misurare i cambiamenti dovuti al trattamento, dovrebbe essere attentamente eseguita e monitorata con valori di riferimento affidabili.

Per quanto riguarda la valutazione propriocettiva, tutti e 4 i test elencati e descritti sono adatti alla valutazione di quei pazienti con presunti problemi a questo tipo di sensibilità.

Test futuri sono necessari per quantificare la loro validità in termini di precisione nella valutazione del sistema senso-motorio e propriocettivo, la loro affidabilità test-retest e le misure di responsività.

Saranno necessarie nuove ricerche per sviluppare una batteria di test specifici che siano in grado di aiutare i clinici a valutare e gestire meglio tutti quei problemi che coinvolgono il sistema senso-motorio e propriocettivo.

## ***“MISURE DI VALUTAZIONE QUANTITATIVE E QUALITATIVE APPLICABILI AL RACHIDE CERVICALE”***

**Referente: Andrea Zimoli**

**Tesista: Andrea Capuzzo**

### ***ABSTRACT***

**Scopo della tesi:** lo scopo principale di questa tesi è quello di creare una sorta di stato dell'arte dei vari modi e metodi, nonché degli strumenti, per “misurare” la *funzione* del rachide cervicale, attraverso una revisione della letteratura attualmente esistente.

Questo lavoro di ricerca e revisione delle metodologie applicabili alle varie funzioni del rachide cervicale dovrebbe evidenziare specificità, vantaggi e svantaggi di ogni modalità, senza peraltro, fare promozione dell'uno o dell'altro sistema.

**Materiali e metodi:** è stata condotta una ricerca bibliografica su Medline, utilizzando il motore di ricerca Pubmed e su PEDro The Physiotherapy Evidence Database. Sono state utilizzate le seguenti parole chiave: “*cervical*”, “*spine*”, “*assessment*”, variamente combinate tra loro attraverso gli operatori booleani AND e OR. Sono stati ricercati articoli in un lasso di tempo che va dal Gennaio 1990 al Maggio 2010. (Limiti= genn.1990-magg.2010).

**Risultati:** sono stati selezionati per questa tesi 25 articoli dalla ricerca bibliografica, in accordo con i criteri di inclusione. Per quanto riguarda gli aspetti quantitativi si è proceduto alla ricerca dei metodi di valutazione del R.O.M. e della forza muscolare del distretto cervicale; mentre per quelli qualitativi si è posta l'attenzione sulla propriocezione, sulla coordinazione motoria e su questionari e/o scale di misura atte a descrivere la funzionalità cervicale.

**Discussione:** riguardo alla valutazione della mobilità cervicale si può solo dire che non c'è nessuna forte raccomandazione per uno strumento in particolare, il CROM device sembra essere il più affidabile in base alla limitata letteratura, ma non il più pratico,

mentre il metro a nastro quello più diffuso e preferito dai clinici per la sua disponibilità, facilità e velocità d'utilizzo, nonostante strumenti più complessi, come il *CA6000*, l'*EDI-320*, il *Flock of Birds*, il *3D-Fastrak* e lo *Zebris* dimostrino una buona affidabilità.

La forza cervicale muscolare (CS) è stata descritta rispetto al piano frontale e sagittale e per la sua varietà di strumenti e protocolli, che sono soprattutto basati sul dinamometro a telaio fisso, è stato riportato un vasto intervallo di risultati di forza, negando però la formazione di valori di riferimento affidabili; perciò, la valutazione della forza muscolare cervicale come misura di outcome clinico, in particolare per misurare i cambiamenti dovuti al trattamento, dovrebbe essere attentamente eseguita e monitorata con valori di riferimento affidabili.

Per quanto riguarda la valutazione propriocettiva, sono necessarie future ricerche per quantificare la validità dei 4 test esaminati, in termini di precisione nella valutazione del sistema senso-motorio e propriocettivo, la loro affidabilità test-retest e le misure di responsività.

Altri strumenti di uso più semplice come il *goniometro* o il *metro a nastro*, sebbene abbiano un grado di affidabilità minore, risultano i più adoperati nella clinica per la loro facile disponibilità e la loro immediatezza pratica.

Strumenti più complessi, come il *CA6000*, l'*EDI-320*, il *Flock of Birds*, il *3D-Fastrak* e lo *Zebris*, sebbene dimostrino una buona affidabilità come strumentazione, oltre a essere di difficile reperibilità e accessibilità, richiedono ancora successivi studi e sperimentazioni.

In conclusione, sfortunatamente, si può solo dire che non c'è nessuna forte raccomandazione per uno strumento in particolare, il *CROM device* sembra essere il più affidabile in base alla limitata letteratura, ma non il più pratico, mentre il *metro a nastro* quello più diffuso e preferito dai clinici per la sua disponibilità, facilità e velocità d'utilizzo.

La forza cervicale muscolare (CS) è stata descritta rispetto al piano frontale e sagittale e per la sua varietà di strumenti e protocolli, che sono soprattutto basati sul dinamometro a telaio fisso, è stato riportato un vasto intervallo di risultati di forza, negando però la formazione di valori di riferimento affidabili. Perciò la valutazione

## DISCUSSIONE

Il rachide cervicale è una delle più significative regioni muscolo scheletriche del corpo umano. Per la sua specifica natura di movimento, alta precisione e piccola richiesta muscolare, le misurazioni e le interpretazioni della mobilità, della forza e della propriocezione cervicale, occupano un posto molto particolare in questo dominio.

Per quanto riguarda la valutazione della mobilità cervicale si può dire che il *CROM device* abbia il vantaggio, ad esempio rispetto al *goniometro/inclinometro*, di non essere riposizionato durante una valutazione tra diversi piani di movimento e di una buona affidabilità, mentre ha come limite la minore maneggevolezza e trasportabilità, che nella pratica clinica risultano importanti.

Sarebbero dunque richiesti studi più approfonditi sulla sua validità in pazienti sintomatici e non, inoltre un'altra fonte di ricerca potrebbe essere l'effetto che il copricapo può avere sui movimenti del collo.

## INTRODUZIONE

Sempre più spesso il fisioterapista, durante la valutazione clinica, in particolare con pazienti con problemi cervicali, si trova di fronte alla necessità di avere modi, metodi e strumenti validi ed accurati per quantificare le varie capacità funzionali di un distretto così complesso come quello del rachide cervicale.

Una valutazione accurata, con outcomes misurabili e paragonabili a successive valutazioni, consente al fisioterapista di condurre un intervento terapeutico efficace e con maggior sicurezza sulla gestione e sul trattamento del paziente con problema cervicale.

Dunque, si sono prese in considerazione tutte le possibili misure di valutazione, attualmente esistenti in letteratura, sia quantitative che qualitative, applicabili al tratto cervicale.

Per quanto riguarda gli aspetti quantitativi e qualitativi si è proceduto alla ricerca dei metodi di valutazione del R.O.M. e della forza muscolare del distretto cervicale, della propriocezione, della coordinazione motoria anche

attraverso questionari e/o scale di misura atte a descrivere la funzionalità cervicale.

Lo scopo principale di questa tesi è quello di creare una sorta di stato dell'arte dei vari modi e metodi, nonché degli strumenti, per "misurare" la *funzione* del rachide cervicale, attraverso una revisione della letteratura attualmente esistente.

Questo lavoro di ricerca e revisione delle metodologie applicabili alle varie funzioni del rachide cervicale dovrebbe evidenziare specificità, vantaggi e svantaggi di ogni modalità, senza peraltro, fare promozione dell'uno o dell'altro sistema.

Questa tesi si prefigge inoltre, l'obiettivo di costituire un'importante guida, per individuare, in futuri lavori di ricerca, quali siano i metodi migliori per la misurazione dei vari outcomes del distretto cervicale.

Il *Northwick Questionnaire* è simile al NDI, con simili limitazioni, ma non è stato così ampiamente rivalidato.

Il *Neck Pain* and *Disability Scale* fornisce un modello visivo per la raccolta delle informazioni, ma la sua validità è compromessa se il questionario deve essere letto dal paziente.

Il *Patient-Specific Scale* fornisce informazioni che sono specifiche per ogni paziente, ed è sua intenzione prendere i più importanti aspetti della disfunzione cervicale come percepito dal paziente. (Pietrobon et al., 2002)

Traduzioni validate del NDI disponibili sul sito: [www.proqolid.com](http://www.proqolid.com)

- English for Australia
- English for the United States
- English for the UK
- Danish
- Dutch
- Finnish
- French
- French Canadian
- French for Switzerland
- German
- German for Switzerland
- **Italian**
- Italian for Switzerland
- Norwegian
- Polish
- Portuguese
- Spanish for Spain
- Spanish for the US

**- QUESTIONARI E SCALE DI  
VALUTAZIONE FUNZIONALE DEL  
TRATTO CERVICALE.**

Disfunzione o dolore cervicale è uno dei principali fattori causali di disabilità e perdita di giorni di lavoro. Per migliorare la qualità delle cure e ottimizzare l’assegnazione delle risorse, è essenziale che siano misurati outcomes funzionali in un’affidabile e valida maniera con affidabili e validi strumenti di misurazione.

In letteratura si sono trovate 5 scale specifiche per la valutazione del dolore o disfunzione cervicale nella quale siano state precedentemente valutate le caratteristiche psicometriche. Il *Neck Disability Index* (NDI) è il più comune riportato in letteratura e l’unico validato anche in lingua italiana (Vernon, 2008). È stato rivalidato in molte pubblicazioni, ma ha alcune limitazioni per quanto riguarda l’applicabilità delle domande a tutti i pazienti.

La *Copenhagen Scale* è stata creata per superare alcuni dei problemi del NDI con un’applicabilità generalizzata, ma non è stato più rivalidato dalla sua prima pubblicazione.

**- MATERIALI E METODI**

È stata condotta una ricerca bibliografica su Medline, utilizzando il motore di ricerca Pubmed e su PEDro The Phisiotherapy Evidence Database. Sono state utilizzate le seguenti parole chiave: “*cervical*”, “*spine*”, “*assessment*”, variamente combinate tra loro attraverso gli operatori booleani AND e OR, come riportato nella tabella sottostante.

<i>Cervical Vertebrae [MeSH Terms]</i>
<i>OR</i>
<i>Cervical AND Vertebrae</i>
<i>OR</i>
<i>Cervical Vertebrae</i>
<i>OR</i>
<i>Cervical AND Spine</i>
<i>OR</i>
<i>Cervical Spine</i>
<i>AND</i>
<i>Assessment</i>

**Criteria di inclusione:**

- Studi che hanno lo scopo di valutare i metodi per misurare il R.O.M. cervicale;
- Studi che hanno lo scopo di valutare i metodi per misurare la forza muscolare cervicale;
- Studi che hanno lo scopo di valutare i metodi per misurare la capacità coordinativa e propriocettiva del rachide cervicale;
- Studi che hanno lo scopo di valutare i metodi per misurare la funzionalità cervicale attraverso questionari e scale di valutazione.

**Criteria di esclusione:**

- Studi che investigano tutti i metodi di valutazione del rachide cervicale durante o in seguito a eventi patologici (whiplash, traumi ecc.);
- Studi che investigano tutti i metodi di valutazione di singoli segmenti vertebrali.

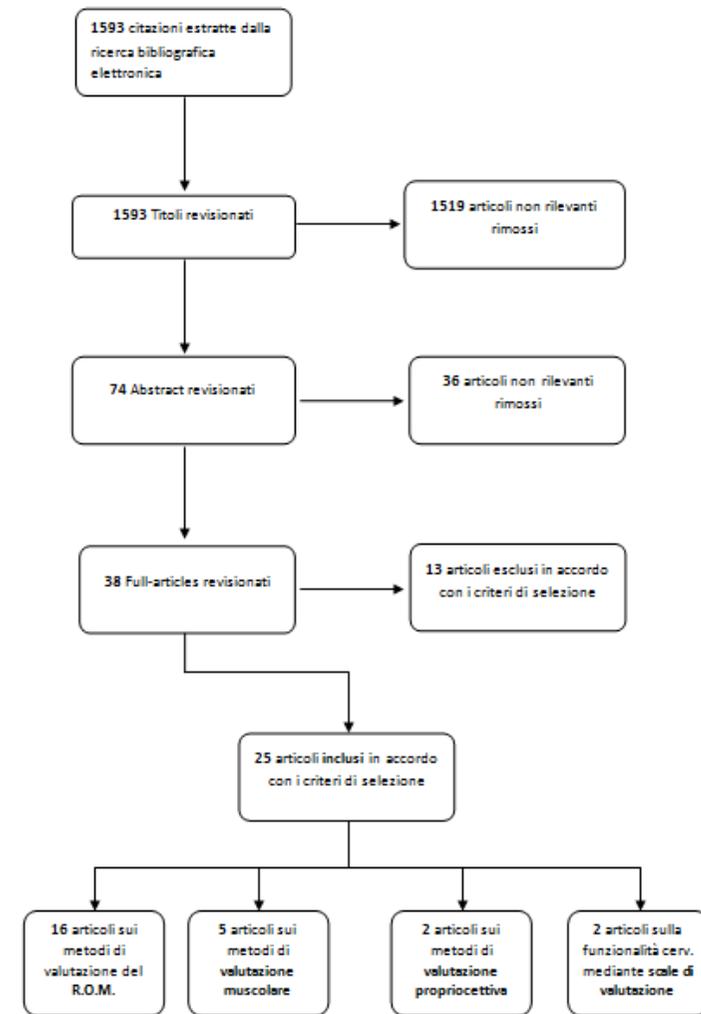
in alternativa al più ingombrante strumento meccanico RFT. (Humphreys, 2008).



The CRFT include occhiali video, computer, e software.  
Le immagini Rod-and-frame, come mostrate sul pc, sono visualizzate quando gli occhiali video sono indossati dal pz.

L'RFT è composto da un bastone verticale luminescente, circondato da una cornice quadrata. Al soggetto è richiesto di posizionare il bastone ruotato in posizione verticale usando una cloche. I partecipanti sono collocati in una camera scura, dove gli unici oggetti visibili sono il bastone luminescente e la cornice quadrata. Il bastone è lungo 102cm e la cornice è di 107cm<sup>2</sup>; il centro di rotazione del bastone è al centro della cornice, così essi condividono uno stesso punto centrale. Il bastone è ruotato indipendentemente dalla cornice e i soggetti esaminati sono seduti a 2,5m dallo strumento Rod and Frame. I partecipanti si sottopongono a 3 test di 3 prove ciascuno. Nel primo test, solo il bastone è visibile, mentre nei test 2 e 3 sono visibili entrambi. Inizialmente il bastone è ruotato di 10° per il primo test, nel secondo test la cornice è ruotata di 10° e il bastone di 30°, nel terzo test il bastone è ruotato di 30° e la cornice a 0°. Al soggetto è chiesto di usare la cloche per posizionare verticalmente il bastone. È registrata la differenza tra la verticale vera e la verticale percepita dal paziente.

Più recentemente è stato sviluppato un Computerized RFT, con l'uso di video-occhiali connessi a un monitor,



I 25 articoli utilizzati sono:

- **Reliability of measurements of cervical spine range of motion--- comparison of three methods.** Youdas JW, Carey JR, Garrett TR. *Phys Ther* 1991 ;71:98-106.
- **A systematic review of reliability and validity studies of methods for measuring active and passive cervical range of motion.** Williams MA, McCarthy CJ, Chorti A, Cooke MW, Gates S.J *Manipulative Physiol Ther.* 2010 Feb;33(2):138-55. Review.
- **Agreement of measures obtained radiographically and by the OSI CA-6000 Spine Motion Analyzer for cervical spinal motion.** Petersen CM, Schuit D, Johnson RD, Knecht H, Levine P. *Man Ther.* 2008 Jun;13(3):200-5. Epub 2007 Mar 26
- **Assessment of published reliability studies for cervical spine range-of-motion measurement tools.** Jordan K. *J Manipulative Physiol Ther.* 2000 Mar-Apr;23(3):180-95. Review.
- **Assessment of the cervical range of motion over time, differences between results of the Flock of Birds and the EDI-320: a comparison between an electromagnetic tracking system and an electronic inclinometer.** Assink N, Bergman GJ, Knoester B, Winters JC, Dijkstra PU. *Man Ther.* 2008 Oct;13(5):450-5. Epub 2007 Aug 2
- **Neck mobility measurement by means of the 'Flock of Birds' electromagnetic tracking system.** Koerhuis CL, Winters JC, van der Helm FC, Hof AL. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2003 Jan;18(1):14-8.
- **Validity and reliability of measures obtained from the OSI CA-6000 Spine Motion Analyzer for lumbar spinal motion.** Schuit D, Petersen C, Johnson R, Levine P, Knecht H, Goldberg D. *Man Ther.* 1997 Nov;2(4):206-215.
- **Cervical motion testing: methodology and clinical implications.** Prushansky T, Dvir Z. *J Manipulative Physiol Ther.* 2008 Sep;31(7):503-8. Review.
- **Intratester and intertester reliability of the Cybex electronic digital inclinometer (EDI-320) for measurement of active neck flexion and extension in healthy subjects.** Tousignant M, Boucher N, Bourbonnais J, Gravelle T, Quesnel M, Brosseau L. *Man Ther.* 2001 Nov;6(4):235-41.
- **Measurement of cervical posture in the sagittal plane.** Grimmer-Somers K, Milanese S, Louw Q. *J Manipulative Physiol Ther.* 2008 Sep;31(7):509-17. Review

posizionato al centro del bersaglio di carta, ed è chiesto al paziente di memorizzare la posizione. L'esaminatore quindi muove passivamente la testa del paziente verso sinistra e la mantiene per 2 secondi. In seguito, è quindi richiesto al paziente di riposizionare la testa nella posizione iniziale. L'esaminatore registra sul bersaglio la posizione del riposizionamento della testa e misura la differenza tra la posizione iniziale e quella di riposizionamento. Sono quindi testate la rotazione destra, la flessione e l'estensione; sono utilizzate tre prove per ogni range di movimento.

Da ricerche recenti sembra che sia il JPE che l' HRA siano tests appropriati da usare nella pratica clinica per valutare disfunzioni senso motorie della colonna cervicale. (Humphreys, 2008).

**Rod and Frame Test (RFT).** L'RFT fu originariamente sviluppato come una misura quantitative di errori nella percezione della verticalità. È un test semplice e non invasivo che è in grado di valutare la percezione di verticalità.

benda per eliminare la vista e paraorecchie per eliminare l'udito.



Posizione seduta per misurare il JPE



Equipaggiamento per misurare JPE/ Head Repositioning Error (JPE/HRA)

Per testare l'abilità di riposizionare la testa in una predefinita posizione nei limiti di un piano di movimento, solitamente è richiesta una strumentazione più sofisticata, che può misurare lo spostamento della testa in 3D (p.e. Flock of Birds, CA6000).

Il protocollo del test richiede che il soggetto esaminato sia seduto a 90cm da un bersaglio di 40cm di diametro che ha anelli concentrici a 1cm di distanza. Sono usati benda e paraorecchie per eliminare la vista e l'udito; i partecipanti sono seduti confortevolmente con un puntatore laser montato sul caschetto. Il laser è

- **Measurement of cervical range of motion pattern during cyclic neck movement by an ultrasound-based motion system.** Wang SF, Teng CC, Lin KH. *Man Ther.* 2005 Feb;10(1):68-72.
- **Measuring range of active cervical rotation in a position of full head flexion using the 3D Fastrak measurement system: an intra-tester reliability study.** Amiri M, Jull G, Bullock-Saxton J. *Man Ther.* 2003 Aug;8(3):176-9.
- **Reliability of measurements of cervical spine range of motion - comparison of three methods.** Youdas JW, Carey JR, Garrett TR. *Phys Ther.* 1991 Feb;71(2):98-104; discussion 105-6.
- **Reproducibility and validity of digital inclinometry for measuring cervical range of motion in normal subjects.** Prushansky T, Deryi O, Jabarreen B. *Physiother Res Int.* 2010 Mar;15(1):42-8.
- **The use of electromagnetic tracking technology for measurement of passive cervical range of motion: a pilot study.** Morphet AL, Crawford CM, Lee D. *J Manipulative Physiol Ther.* 2003 Mar-Apr;26(3):152-9.
- **Video analysis of sagittal spinal posture in healthy young and older adults.** Kuo YL, Tully EA, Galea MP. *J Manipulative Physiol Ther.* 2009 Mar-Apr;32(3):210-5.
- **Cervical muscles strength testing: methods and clinical implications.** Dvir Z, Prushansky T. *J Manipulative Physiol Ther.* 2008 Sep;31(7):518-24. Review.
- **Clinical assessment of the deep cervical flexor muscles: the craniocervical flexion test.** Jull GA, O'Leary SP, Falla DL. *J Manipulative Physiol Ther.* 2008 Sep;31(7):525-33. Review.
- **Further evaluation of an EMG technique for assessment of the deep cervical flexor muscles.** Falla D, Jull G, O'Leary S, Dall'Alba P. *J Electromyogr Kinesiol.* 2006 Dec;16(6):621-8. Epub 2005 Dec 15.
- **Muscle specificity in tests of cervical flexor muscle performance.** O'Leary S, Falla D, Jull G, Vicenzino B. *J Electromyogr Kinesiol.* 2007 Feb;17(1):35-40. Epub 2006 Jan 19.
- **The craniocervical flexion test: intra-tester reliability in asymptomatic subjects.** James G, Doe T. *Physiother Res Int.* 2010 Feb 9.
- **Cervical outcome measures: testing for postural stability and balance.** Humphreys BK. *J Manipulative Physiol Ther.* 2008 Sep;31(7):540-6. Review.
- **The assessment of the cervical spine. Part 1: Range of motion and proprioception.** Nikolaos Strimpakos. *Journal of Bodywork & Movement Therapies* (2009) xx, 1-11
- **Standard scales for measurement of functional outcome for cervical pain or dysfunction: a systematic review.** Pietrobon R,

Coeytaux RR, Carey TS, Richardson WJ, DeVellis RF. Spine (Phila Pa 1976). 2002 Mar 1;27(5):515-22. Review.

- **The Neck Disability Index: state-of-the-art, 1991-2008.** Vernon H. J Manipulative Physiol Ther. 2008 Sep;31(7):491-502. Review.

Sembra che l'SPNTT sia un test valido per deafferentazioni cervicali, particolarmente in pazienti con whiplash che lamentano vertigine cervicogenica.

**Joint Position Error e Head Repositioning Accuracy Tests.** La propriocezione, che include il senso di posizione articolare, è un'importante protezione per le articolazioni spinali attraverso la regolazione della stiffness articolare, in unione con l'attivazione dei meccanocettori e dei fusi miscolari.

Il Joint Position Error (JPE) è stato testato in pazienti con neck pain usando 2 tipi di tests: *a*) abilità di rilocare attivamente la testa in posizione neutra dopo che è stata passivamente spostata e *b*) abilità a rilocare attivamente la testa in una posizione di riferimento nei limiti di un piano di movimento (Head Repositioning Accuracy [HRA]).

Generalmente, l'abilità di riposizionare la testa in una precedente posizione di riferimento è chiamata sensibilità cinestesica cervicocefalica. Per i clinici, l'abilità di riposizionare la testa in una posizione neutra può essere fatta usando un semplice equipaggiamento: puntatore laser montato su un caschetto, bersaglio di carta, una

sensibilità cinestesica e l'angolo di capacità di riproduzione di un movimento (attivo o passivo), per misurare il senso di posizione articolare.

In letteratura sono descritti 4 test senso-motori specifici che coinvolgono il tratto cervicale e che si integrano alla valutazione dei sistemi visivi e somatosensoriali, necessari per la stabilità posturale e l'equilibrio.

#### **Smooth Pursuit Neck Torsion Test (SPNTT).**

L'SPNTT usa l'elettrooculografia per registrar la velocità media dei movimenti oculari mentre il soggetto/paziente segue un target movente, con la testa in una posizione neutrale, ma con il tronco ruotato di 45° a sinistra e poi a destra. La teoria sottesa dal SPNTT presuppone che la rotazione cervicale stressa le strutture muscolo-scheletriche nel collo, in particolare meccano-cettori/propricio-cettori. (Humphreys, 2008)

L'SPNTT è stato pensato per testare i riflessi proprio-cettivi del collo, il riflesso cervicale e il riflesso cervico-oculare. Risultati anormali si pensa siano dovuti a un'erronea attività posturale proprio-cettiva nella colonna cervicale, che è trasmessa da questi riflessi.

## **- RISULTATI**

Dalla ricerca bibliografica condotta e dalla letteratura analizzata si è posta l'attenzione su una serie di metodi e strumenti per una valutazione, il più esatta e affidabile possibile, del rachide cervicale.

Dunque, questa valutazione, si sofferma su aspetti quantitativi e qualitativi della funzionalità cervicale, andando a prendere in considerazione la valutazione della mobilità (R.O.M.) cervicale, la valutazione della forza muscolare del distretto cervicale, la valutazione proprio-cettiva e la valutazione del paziente attraverso questionari e scale di valutazione inerenti sempre al rachide cervicale.

#### **- VALUTAZIONE R.O.M. CERVICALE**

Storicamente, il termine movimento cervicale (CM) è stato usato alternativamente per descrivere il movimento della testa e delle vertebre cervicali, includendo perciò il segmento C0-C1.

Nell'ambito della valutazione clinica di individui con problemi alla colonna cervicale, alcune forme di misurazione e valutazione del R.O.M. sono solitamente eseguite sia in forma *attiva* che *passiva*.

Con l'avvento di strumenti di misurazione sofisticati, esterni e non-invasivi per catturare il movimento 3D, come con l'apparecchiatura radiologica, lo studio del CM ha avuto un notevole progresso. Tuttavia, dato che il metodo radiologico è molto invasivo, raramente è usato con lo scopo di fare diagnosi di una patologia cervicale, o come follow-up dopo l'intervento riabilitativo. Le rilevazioni radiologiche, più che altro, sono considerate come il gold standard a cui paragonare tutti gli altri metodi di rilevazione del R.O.M. cervicale.

CM è un concetto più globale di quanto è comunemente percepito perché include non solo l'escursione angolare della testa relativamente ai 3 maggiori piani anatomici, ma anche la prima e la seconda derivata dello spostamento della testa, rispettivamente la velocità e l'accelerazione. Ciò nonostante, con il termine CM ci riferiamo al R.O.M. angolare, che è comunemente suddiviso nei 6 movimenti primari: flessione, estensione, latero-flessione destra (RLF), latero-flessione sinistra

## - VALUTAZIONE PROPRIOCETTIVA

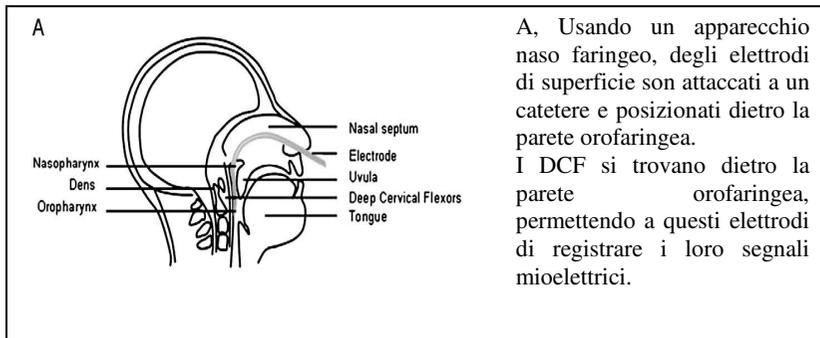
Propriocezione è un termine generalmente usato per descrivere la complessa interazione tra i recettori afferenti e efferenti che controllano la posizione e il movimento nello spazio del corpo o di una parte di esso.

La percezione dell'orientamento della testa nello spazio, come del tronco, richiede non solo il contributo di indicazioni vestibolari e visive, ma anche informazioni propriocettive derivanti dalla colonna cervicale.

Queste informazioni provengono da molte strutture intorno alla colonna cervicale come muscoli, articolazioni e pelle. Una cosciente propriocezione è essenziale per il corretto funzionamento delle articolazioni nello sport e nelle attività di vita quotidiana o compiti legati al lavoro.

Deficit nella performance motoria sopraggiungono quando la dipendenza dai feedback propriocettivi è abolita, sia sperimentalmente o a causa di un disordine.

Generalmente ci sono differenti metodi per valutare le capacità propriocettive: istologici, neurofisiologici e clinici. In un contesto clinico molti autori applicano una soglia per determinare la mobilità articolare o il senso di posizione testato durante il movimento per valutare la



Strettamente correlata all'attività muscolare cervicale, è la capacità propriocettiva di questa regione, che è da considerarsi il successivo step da andare ad analizzare nella valutazione del rachide cervicale in toto.

(LLF), rotazione destra (RR) e rotazione sinistra (LR). Inoltre, sempre con il termine CM, ci si riferisce indistintamente al movimento sia attivo, che passivo. Fisioterapisti e ricercatori usano una varietà di metodi per rendere significative queste misurazioni, vanno da semplici valutazioni (ad es. *valutazioni visive*, uso del *metro a nastro*) a complicati sistemi di analisi del movimento in 3D (ad es. il *CROM device*, il *Flock of Birds*, il *CA6000*, il *3D-Frastak*, lo *Zebris*).

### - Gli strumenti

**Valutazione visiva.** La valutazione visiva ha ovvie inaccuratezze. In uno studio, a 2 osservatori fu richiesto di mettere ogni paziente in una categoria per ognuno dei tre piani di movimento, basandosi sul R.O.M. valutato visivamente. Questi erano: movimento normale, movimento limitato e movimento marcatamente limitato. Questa classificazione è troppo inesatta per una sua utilità nell'osservare i pazienti nel corso del tempo in un contesto clinico.

La valutazione visiva ha una scadente sensibilità e perciò non può fornire ai clinici le informazioni ricercate. (Kelvin, 2000).

Un altro studio trovò una scarsa affidabilità interosservatore per la flessione-estensione, ma buona per gli altri movimenti. (Youdas et al., 1991)

**Misurazione a metro.** La misurazione a metro può essere usata in un contesto clinico soprattutto per la sua disponibilità ed economicità rispetto agli altri strumenti. Possiede una scarsa affidabilità intra e inter-esaminatore dovuta, da una parte, alla mancanza di una posizione iniziale di misurazione e dall'altra dalla necessità di punti di riferimento corporei, per misurare la distanza tra la fossetta sternale e il mento per la flessione-estensione, processo acromiale e la parte inferiore del lobo dell'orecchio per la latero-flessione, e processo acromiale e mento per le rotazioni. (Kelvin, 2000)

**Cervical Range-of-Motion Device (CROM).** Il CROM ha 3 inclinometri, uno per misurare ogni piano, ed è legato alla testa.

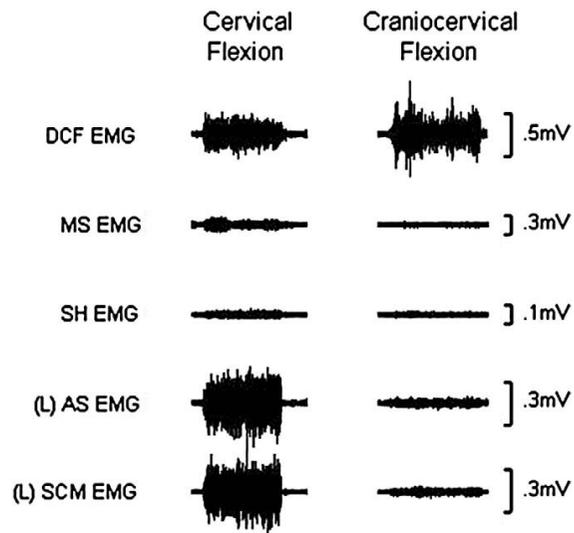
Da uno studio recente risulta inoltre, che il CCFT possiede un'eccellente affidabilità intra-tester in soggetti asintomatici. (Gill et coll., 2009).

**Elettromiografia (EMG).** Un altro modo per valutare la funzionalità dei muscoli cervicali è l'elettromiografia. Questa è una tecnica non invasiva per misurare l'attività elettrica muscolare attraverso degli elettrodi di superficie posti su di un'area ristretta della pelle.

Questo tipo di EMG di superficie è utile nella valutazione dei muscoli superficiali del collo, mentre non è efficace in quella dei muscoli profondi come i flessori cervicali profondi. Per questo motivo è stata introdotta una nuova tecnica di EMG di superficie per la valutazione appunto dei flessori cervicali profondi (DCF).

L'attività EMG dei DCF è registrata con degli elettrodi inseriti attraverso il naso e fissati a un catetere posizionato sulla mucosa posteriore dell'orofaringe. Proprio attraverso questa metodica si è confermata la validità del CCFT nel testare esclusivamente i DCF. (Falla et al., 2006).

Uno studio, in cui il CCFT è stato paragonato alla misurazione diretta attraverso EMG dei flessori cervicali profondi, ha dimostrato che l'attuazione corretta del CCFT può essere considerato il test più selettivo per i flessori cervicali profondi. (Falla et al., 2006)

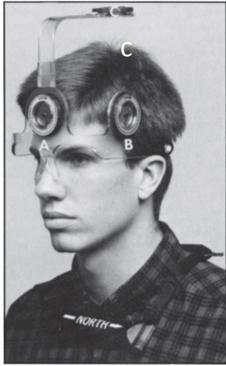


EMG rilevati per i muscoli DCF, MS, SH, e L AS e SCM. I dati dimostrano l'attività muscolare dei sopracitati muscoli durante il compito muscolare di flessione cervicale e flessione cranio cervicale. Da notare che nel movimento di flessione cranio cervicale c'è una minima attivazione dei muscoli cervicali più superficiali, rispetto al movimento di flessione cervicale.. MS, masseter; SH, suprahyoid; L, left

Un metro lineare a gravità misura la flessione e l'estensione, un altro misura la latero-flessione e un metro a compasso misura le rotazioni con un'accuratezza rinforzata da due magneti situati sopra le spalle del soggetto. Il vantaggio del *CROM device*, rispetto a un singolo inclinometro, è che non c'è bisogno di essere mosso per misurare il movimento in un altro piano.

Studi hanno dimostrato la sua superiorità rispetto a un goniometro universale e alla stima visiva (Youdas et al., 1991), e superiore anche a un singolo inclinometro (Hole DE et al., 1995). Questi studi insieme ci suggeriscono quanto il *CROM device* abbia una buona affidabilità, sebbene, uno studio condotto su un'ampia popolazione di pazienti, trova solo una buona/moderata affidabilità inter-osservatore nei movimenti passivi (Nilsson N. et al., 1996).

Youdas et al. (1991) suggeriscono che il *CROM device* può essere "montato da due differenti fisioterapisti senza il bisogno di specifici punti di riferimento", definendo lo strumento come " clinicamente affidabile", "facile da usare", e in grado di "eliminare gli errori causati da una palpazione inconsistente e inesatta".



*Cervical-range-of motion (CROM) device. A e B sono goniometri a gravità che indicano la mobilità cervicale nei piani sagittale e frontale, rispettivamente. C è compasso che opera assieme all'apparecchio magnetico posizionato sulle spalle, che indica il movimento sul piano trasverso.*

Nilsson et al. (1996), nei suoi studi riguardanti l'affidabilità inter-esaminatore, dichiarano che, per uso clinico, l'affidabilità dello strumento diminuisce (“less than acceptable”), quando viene usato da un terapeuta alla prima esperienza. L'affidabilità aumenta già con una settimana di “allenamento” del terapeuta, per avere più familiarità con lo strumento e con il protocollo di misurazione. Inoltre, nota che il *CROM device* non è così affidabile nelle misurazioni da una posizione neutra, quanto nel misurare l'intero piano di movimento.

**Singolo/doppio inclinometro.** L'inclinometro è uno strumento goniometrico immerso in un liquido, ed è quindi gravità-dipendente. Differenti tipi di inclinometri/goniometri sono stati testati per affidabilità, ma gli studi mancano di precisione metodologica e hanno

**Craniocervical Flexion Test (CCFT).** Il craniocervical Flexion Test (CCFT) è un test clinico dell'azione dei muscoli flessori profondi del collo, il longus capitis e colli. È stato evoluto da oltre 15 anni ed è stato usato come uno strumento clinico e di ricerca per indicare l'importanza dei flessori cervicali profondi a sostegno della lordosi cervicale e della mobilità del collo.

Il CCFT può essere descritto come un test di controllo neuromotorio. Le caratteristiche valutate sono l'attivazione e la resistenza isometrica dei flessori cervicali profondi, oltre che la loro interazione con i flessori cervicali superficiali, durante l'esecuzione di 5 fasi progressive di incremento del R.O.M. in flessione del tratto craniocervicale.

È un low-load test eseguito in posizione supina con il paziente guidato in ogni fase dal feedback di un sensore a pressione situato dietro il collo. Mentre il test in un contesto clinico fornisce solo un'indiretta misura della performance, la validità del test è stata verificata in un contesto di laboratorio attraverso misurazioni dirette dell'attività dei flessori cervicali profondi e superficiali. (p.e. EMG). (Jull et al., 2008)

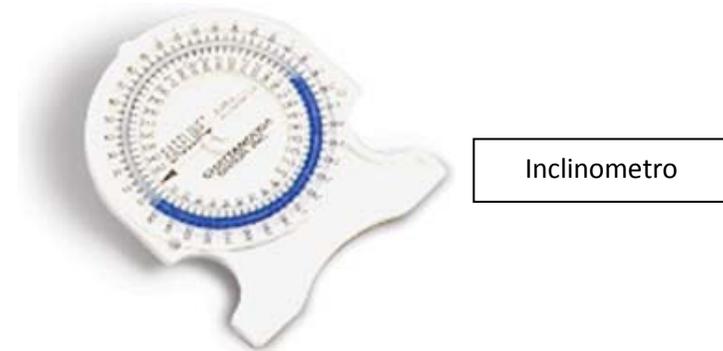
cingolo pelvico e sul tronco. Al momento ci sono solo 2 strumenti in commercio: il Multi Cervical Rehabilitation Unit (MCRU) di Hanoun Medical del Canada, e il DBC 140 di David Fitness and Medical da Helsinki, Finlandia. (Dvir et al., 2008)

**Misurazioni isochinetiche.** I dinamometri isochineticici (ISD) sono ampiamente riconosciuti come il metodo standard per il test muscolare dinamico. Il principio di operatività del dinamometro isochineticico è basato sulla resistenza. Questo significa che, sebbene il muscolo testato contratto, sia concentricamente che eccentricamente, il segmento in questione è costretto a muoversi sostanzialmente a una velocità predefinita costante, a prescindere dalla grandezza della forza sviluppata dai muscoli. Nel caso dei muscoli cervicali, il segmento rilevante è la testa, che si muove angularmente, lungo il piano sagittale o frontale, in relazione al tronco stabilizzato.

Bisogna inoltre dire che, mentre sono disponibili speciali attacchi per testare il rachide lombare, non ci sono attacchi standard per il rachide cervicale da usare con l'ISD. (Dvir et al., 2008)

risultati inconcludenti, campioni di piccole dimensioni e un'inadeguata analisi.

Il miglior studio paragona l'inclinometro con il *CROM device* (Youdas et al., 1991). Questo studio dimostra una migliore affidabilità per il *CROM device* che per il goniometro universale, in particolare per l'affidabilità inter-osservatore, in una popolazione con problemi cervicali. Anche un altro studio ha evidenziato la migliore affidabilità del *CROM device* rispetto a un singolo inclinometro, sebbene quest'ultimo abbia lo stesso una buona affidabilità.



**Goniometro universale (UG).** In termini di misurazioni angolari, il più comune strumento per valutare e misurare il movimento cervicale è il goniometro universale, che è in largo uso per le altre articolazioni.

Essendo piccolo, portatile, di ragionevole precisione ed economico, il goniometro universale può essere considerato un effettivo strumento per la valutazione del R.O.M. cervicale.

Comunque, ci sono due problemi maggiori: uno relativo all'allineamento dell'asse del goniometro con l'asse del particolare movimento della testa, e l'altro riguarda il posizionamento delle braccia del goniometro in relazione alla testa e al tronco. Inoltre, un errore di fondo è presente dal momento che si assume un solo asse di movimento, dato che il movimento del tratto cervicale è di tipo multi-assiale, risultante dai piccoli spostamenti angolari intervertebrali.

In riferimento alla Fig.1 – Goniometro Universale, nella figura in alto si può vedere la procedura per misurare la flessione-estensione cervicale, in cui l'asse dell'UG è posizionato al centro del meato acustico esterno, l'asse fisso è verticale, mentre quello mobile è allineato alla linea immaginaria tra il meato acustico esterno e la base delle narici, e si registra lo spostamento in gradi tra la posizione di partenza e quella finale del R.O.M. cervicale.

**Dinamometro manuale (HHD).** In misuratore sensibile alla tensione è integrato a un apparato che può essere tenuto in mano dall'esaminatore. L'apparato è equipaggiato con un piccolo display che registra le forze statiche in unità di kgf, lb o N. il dinamometro opera come un'estensione della mano dell'operatore; durante la misurazione delle forze statiche sviluppate dai muscoli in considerazione, l'esaminatore deve provvedere simultaneamente a una forza resistiva e a una stabilizzazione prossimale. (Dvir et al., 2008)

**Dinamometro a telaio fisso (FFD).** In FFD, l'esaminatore non fa più da supporto allo strumento, ma quest'ultimo è direttamente attaccato a una base fissa (p.e. il muro), la cui posizione è modificabile in base all'altezza del soggetto esaminato. La posizione più frequente per la valutazione è quella seduta. I soggetti, in molti casi, sono testati in flessione, estensione e lateroflessione destra e sinistra.

L'unità del sensore di interfaccia posto sul capo è quindi posizionato sull'occipite, sulla fronte e sulle ossa temporali rispettivamente; per assicurare una stabilizzazione prossimale sono applicate delle cinture sul

usando sia tecniche isometriche che dinamiche. Il metodo isometrico, più comunemente usato, include una valutazione manuale, dinamometro manuale (HHD), dinamometro a telaio fisso (FFD) e dinamometri isochinetici applicati in entrambi i modi. Il metodo dinamico sono eseguiti usando principalmente dinamometri isochinetici.

**Test muscolare manuale.** I test muscolare manuale (MMT) è usato per valutare la forza sul piano sagittale e trasverso. La valutazione è condotta con paziente prono (per l'estensione) e supino (per flessione e rotazione).

La forza è classificata in accordo con la scala MMT con grado 3 equivalente alla resistenza alla gravità. Il grado 3, in molti casi, è sufficiente per la maggior parte delle attività funzionali, dato che in queste posizioni il momento sviluppato dai muscoli è già in eccesso per il livello di forza richiesto per le normali attività. D'altra parte, MMT con valori di 4 o 5 è povero di validità. Per questo motivo, MMT non è raccomandato per valutare CS al di sopra di grado 3. (Dvir et al., 2008)

Nella figura centrale è raffigurata la procedura per misurare la latero-flessione cervicale bilaterale, in cui l'asse dell'UG è posizionato sopra la fossetta sternale, il braccio fisso è allineato con il processo acromiale, mentre il braccio mobile è allineato con il centro del naso.

Nella figura inferiore è descritta la procedura per misurare le rotazioni cervicali, in cui l'asse dell'UG è posizionato al centro della testa superiormente, il braccio fisso è allineato con la linea immaginaria che unisce l'asse dell'UG con il processo acromiale, mentre il braccio mobile è allineato con la linea immaginaria che va dall'asse dell'UG alla punta del naso.

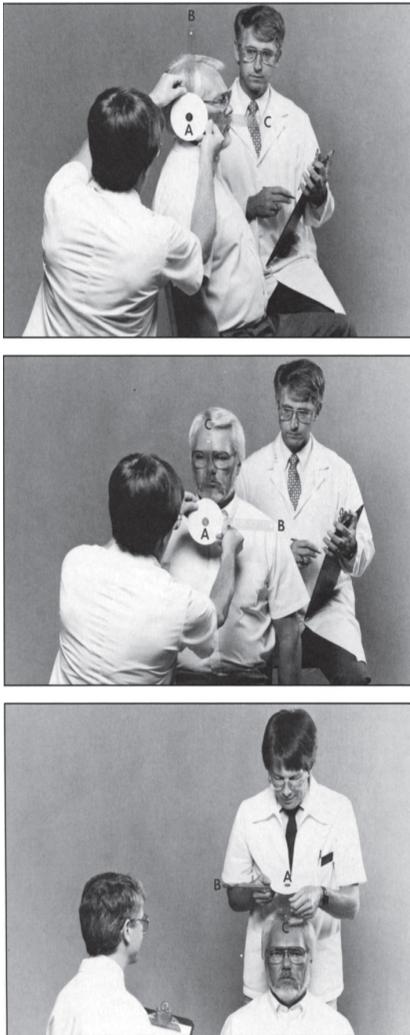


Fig. 1 – Goniometro universale

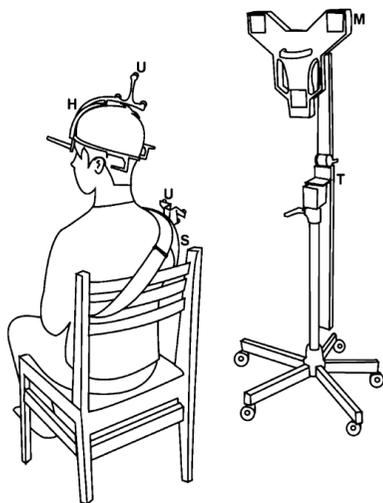
## - VALUTAZIONE MUSCOLARE CERVICALE

I muscoli del collo sono responsabili dell'orientamento della testa e del mantenimento della sua postura. Queste funzioni sono compiute staticamente e dinamicamente, usando vari livelli di contrazione, da 22 paia di muscoli che connettono la testa con la colonna cervicale e il cingolo scapolare.

L'ottima integrazione di questo complesso muscolare è essenziale per il normale funzionamento del complesso testa-collo, laddove compromesso può associarsi dolore e/o disabilità.

Sebbene la valutazione della muscolatura del collo possa essere condotta usando l'imaging (ultrasuoni, tac, MRI), e studi elettromiografici, dal punto di vista funzionale, i parametri rilevanti, che fanno riferimento all'espressione meccanica della funzione muscolare, sono sempre associati all'abilità dei muscoli del collo di sviluppare forza (potenza) e di mantenerla (resistenza).

**Misurazione della forza muscolare cervicale (CS).** La forza della muscolatura cervicale può essere misurata



Strumentazione dello Zebbris.

---

Dopo aver considerato i vari metodi e strumenti per l'analisi del R.O.M. cervicale, il secondo argomento da prendere in considerazione, riguardo la funzionalità cervicale, è la valutazione della forza muscolare.

Anche su questo aspetto, in letteratura si ritrovano vari metodi e strumenti per una misurazione valida e affidabile della capacità muscolare cervicale.

Un altro tipo di misurazione goniometrica si riferisce al goniometro a gravità o a pendolo. Come implica il nome, questo goniometro ha un braccio movente che è immerso in un fluido. Attaccato a un segmento mobile, sostanzialmente in un piano perpendicolare a quello orizzontale, l'escursione angolare del braccio corrisponde al R.O.M. del segmento in questione, purchè sia fissato il segmento più prossimale.

Usando questo strumento con un adattatore da testa, il movimento cervicale è misurato sul piano sagittale e frontale in posizione seduta, e sul piano trasverso in posizione supina. Le misurazioni con questo strumento, se paragonate al goniometro universale, si distinguono da un'alta affidabilità interrater (Prushansky et al., 2008).

### **Inclinometro digitale elettronico (EDI-320).**

Recentemente, un nuovo strumento palmare è stato introdotto nel gruppo degli strumenti atti a misurare la mobilità cervicale. L'EDI-320 è un inclinometro elettronico che consiste in un display e un'unità palmare che è usata per rilevare il R.O.M. di varie articolazioni del corpo. L'unità palmare contiene un encoder incrementale, che converte lo spostamento rotatorio in un

impulso digitale. L'encoder dovrebbe essere tenuto verticalmente poiché è gravità-dipendente. Differenze tra la posizione iniziale e finale sono convertite in gradi del R.O.M.

Così l'encoder provvede a valori relativi alla posizione iniziale. Il display dell'unità palmare indica un R.O.M. su una scala di 360°. Dato che l'EDI-320 deve essere tenuto sulla testa del soggetto dall'osservatore, non è possibile misurare il R.O.M. passivo.

Le misurazioni sono effettuate con soggetto in posizione seduta. Le rotazioni assiali, con il tratto cervicale in posizione neutra con soggetto seduto, non possono essere misurate in quanto l'EDI-320 non può misurare il R.O.M. in un piano orizzontale. (Nienke A. et al., 2008)



The electro-digital inclinometer EDI-320.

**Zebbris.** Lo Zebbris, sistema tridimensionale a ultrasuoni, è stato creato per misurare il tempo di propagazione dell'impulso a ultrasuoni. Due gruppi di markers a ultrasuoni sono disposti per determinare la mobilità cervicale attraverso tre piccoli trasmettitori a ultrasuoni con una frequenza uscente di 35 kHz.

Il triplo-marker superiore è posizionato sulla testa, mentre quello inferiore è sulla spalla e serve da piano di riferimento. Il trasduttore sul sensore di posizione consiste in 3 microfoni che registrano le onde ultrasonore e le ritrasmettono al computer. Le coordinate registrate dai sensori sono analizzate da un software, applicando il principio di trasformazione delle coordinate per calcolare l'angolo tra le coordinate istantanee e il piano di riferimento. Uno studio su questo strumento stabilisce un'alta affidabilità e validità test-retest dello strumento. (Shwu-Fen Wang et al., 2005).

I markers sulla pelle possono essere facilmente attaccati e con una videocamera digitale le posizioni del rachide cervicale sono facilmente registrabili e confrontabili con misurazioni successive, usando dei semplici software di analisi del movimento. (Yi-Liang et al., 2009)

**3D-Fastrak.** Fastrak è uno strumento elettromagnetico non invasivo, che traccia le posizioni dei sensori relativamente a una sorgente nelle tre dimensioni. Il sistema è stato visto essere accurato nei limiti di  $\pm 0.2^\circ$ .

Un sensore è fissato a un caschetto di plastica semi-rigido che è posizionato sulla fronte del soggetto, con il sensore allineato con il suo naso. Un secondo sensore è posizionato sul processo spinoso di C7 usando un nastro biadesivo per prevenire lo spostamento del sensore sulla pelle. La sorgente elettromagnetica è situata in una scatola attaccata al retro dello schienale della sedia.

Il Frastak è connesso a un PC che continuamente registra la posizione dei relativi sensori durante ogni sequenza di test. I dati sono quindi convertiti in files e grafici così che possano essere visualizzati in tempo reale. (Amiri et al., 2003).

In uno studio è dimostrato che l'EDI-320 è uno strumento moderatamente affidabile per misurare la flessione e l'estensione cervicale in soggetti sani. È un metodo rapido e facile per misurare il R.O.M. cervicale. Inoltre, da questo studio risulta che, dovrebbero essere prese tre misurazioni del R.O.M. cervicale, se il clinico che ne fa uso volesse usare questo strumento con il proposito di rilevare misurazioni come outcomes. (Tousignant M. et al., 2001).

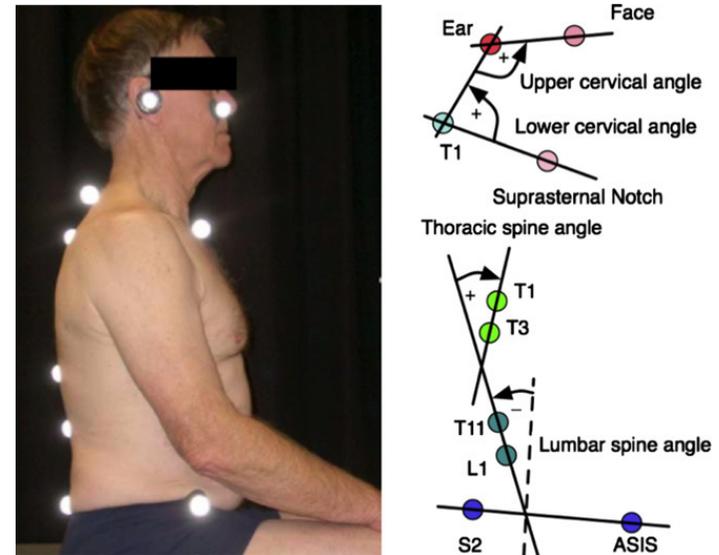
In un altro studio, che paragona l'EDI-320 al “*Flock of Birds*” (sistema elettromagnetico), risulta che l'inclinometro digitale riesce a misurare un minore R.O.M. nelle rotazioni in estensione e in flessione e nella flessione-estensione, ma significativamente maggiore nelle latero-flessioni, in tutte le sessioni di misurazione. (Nienke A. et al., 2008)

**OSI CA6000 Spine Motion Analyzer.** L'OSI CA6000 è composto da un leggero collegamento in alluminio che contiene sei potenziometri. Tre di questi potenziometri registrano il piano di movimento sagittale, due registrano il piano di movimento frontale e uno registra il movimento nel piano trasverso. Quando il collegamento

subisce uno spostamento, la rotazione dei potenziometri risulta in un cambiamento di voltaggio nell'uscita del potenziometro, che è interpretato dal software come un movimento angolare. Questo movimento angolare è registrato dal computer in tutto l'intero movimento del soggetto. La frequenza di campionamento dell'OSI è di 10 Hertz. Il collegamento inferiore al corpo è situato a livello del processo spinoso di T1. Il collegamento superiore è attaccato al cranio con un supporto simile a un cappello ed è posizionato con il bordo inferiore comodamente sopra le orecchie. Il soggetto è in posizione seduta con una cintura di stabilizzazione intorno all'addome. (Petersen et al.,2008)



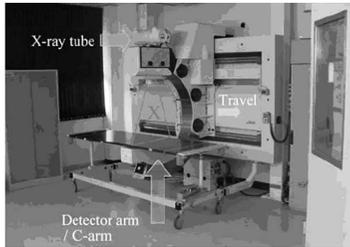
Starting position per un soggetto con il Spine Motion Analyzer.



Marker placement and angle definition.

Le misurazioni separate, del R.O.M. cervicale superiore e inferiore, offrono preziose informazioni riguardo il contributo di queste regioni funzionali differenti al complessivo movimento della testa.

La video analisi rimuove il problema di allineare il braccio fermo del goniometro a una stimata linea verticale. Inoltre i pazienti possono muoversi facilmente, e nel caso di ipomobilità di alcuni tratti, che può essere accompagnata da una ipermobilità delle regioni adiacenti, la video analisi ha il vantaggio di misurare più di una articolazione o regione allo stesso tempo.



The LODOX machine.



A LODOX image.

**Misurazioni video.** Un'altra modalità per la misurazione della mobilità del rachide cervicale è la misurazione video. Nove markers sferici e riflettenti sono attaccati a specifici punti di riferimento anatomici in soggetti in stazione eretta.

In uno studio effettuato con questa modalità, alcuni soggetti vengono videoregistrati mentre eseguono vari R.O.M. test. Questi pazienti sono istruiti a eseguire alcuni movimenti alla velocità preferita fino alla massima end-position e quindi ritornare alla posizione iniziale.

Vengono effettuate per ogni paziente tre prove con un breve periodo di pausa. Le flessione-estensioni cervicali sono testate in posizione seduta.

È stato effettuato uno studio per determinare il livello di accordo tra le misurazioni angolari riguardo la mobilità della colonna cervicale effettuate con il CA6000 e con metodo radiografico (“gold standard”).

Il presente studio non ha trovato accordo tra i valori ottenuti con le due metodiche. Questo perché in una metodica (Rx) le misurazioni sono effettuate dallo scheletro osseo interno, mentre dall'altra sono rilevate dalla superficie dello scheletro osseo. Ciò nonostante, la serie di limiti di accordo tra i due valori, per il metodo con Rx e quello con CA6000, possono essere considerati al di sopra di quello che si considera clinicamente accettabile. In conclusione, sui piani sagittale e frontale di movimento, i valori dei limiti di accordo sono troppo grandi per poter affermare che le radiografie cervicali e il CA6000 offrono simili misurazioni cliniche della mobilità del rachide cervicale. (Petresen et al., 2008)

**Flock of Birds (electromagnetic tracking system).** Il Flock of Birds (FoB), è un dispositivo di localizzazione elettromagnetico a 6 gradi di movimento, composto da un trasmettitore standard e tre ricevitori. Un ricevitore è situato sulla testa, uno sul torace e il terzo ricevitore è

montato su uno stelo di 65mm per la palpazione di 7 punti di riferimento ossei (naso, mento, processo xifoideo, incisura giugulare, protuberanza occipitale esterna, processo spinoso di C7 e processo spinoso di C8). Questi punti di riferimento sono usati per costruire un sistema di coordinate che definisce la postura del paziente e la posizione dei ricevitori della testa e del torace. Questi dati sono usati per calcolare la posizione e l'orientamento della testa relativamente al torace; questa posizione sarà registrata e trasformata in un determinato R.O.M. (Nienke et al., 2008).

Le misurazioni con un manichino indicano che il FoB è un accurato sistema di misurazione per i movimenti del collo con un errore massimo di  $\pm 2.5^\circ$  su un range di  $180^\circ$ . Una possibile fonte di errore è il movimento del ricevitore sul torace dovuto al respiro. È stato verificato che il movimento angolare è minore di  $0.5^\circ$  in qualsiasi direzione durante una respirazione tranquilla.

Nella stessa sessione, la deviazione standard del R.O.M. è piccola:  $2-4^\circ$ . Questo ha come conseguenza pratica che non è necessario fare un grande numero di misurazioni per ottenere una stima affidabile del R.O.M., in molti casi una singola misurazione era sufficiente. Una differenza

sistematica tra le misurazioni della mobilità attiva e passiva può essere dimostrata solo nelle rotazioni assiali, ma equivale in media a soli  $4.4^\circ$  (Koerhuis et al., 2003). Come detto in precedenza, rispetto all'EDI-320, il FoB riesce a misurare un maggiore R.O.M. nelle rotazioni in estensione e in flessione e nella flessione-estensione, ma significativamente minore nelle latero-flessioni, in tutte le sessioni di misurazione (Nienke A. et al., 2008).

**Lodox (low-dose x-ray).** Per valutare la postura del rachide cervicale, è stato introdotto un nuovo metodo basato sull'immagine radiografica. Lodox è uno strumento radiografico digitale, il nome è un acronimo di *low-dose x-ray* e si riferisce alle basse dosi di radiazioni che lo strumento utilizza per ottenere le immagini.

Lodox, con le sue braccia, consente di effettuare immagini di varie posture del paziente, quasi come nella vita reale. (Grimmer et al., 2008)