**UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI GENOVA
FACOLTA' DI MEDICINA E CHIRURGIA**

**MASTER IN RIABILITAZIONE DEI DISORDINI
MUSCOLOSCELETRICI
IN COLLABORAZIONE CON LA LIBERA
UNIVERSITA' DI BRUXELLES**

**INSTABILITA' MECCANICA DEL
TRATTO CERVICALE
SUPERIORE:REVISIONE DELLA
LETTERATURA**

Tesi di:
Marco Primavera

Referente
Dott. Frank Musarra

INTRODUZIONE

L'instabilità del tratto cervicale superiore è un argomento molto controverso; in letteratura non c'è accordo sugli aspetti clinici e non c'è una definizione accettata da tutti [1].

Nel 1992 Panjabi [2] affermò che il sistema di stabilizzazione è il risultato dell'interazione di tre subsistemi: sistema passivo, attivo e sistema di controllo neurale. Il sistema passivo è composto dai tessuti molli non contrattili come capsule e legamenti; il sistema attivo è composto dal sistema muscoloscheletrico; mentre fanno parte del sistema neurale tutte quelle strutture che compongono i centri di controllo nervosi (recettori, vie nervose, sinapsi etc.). Ciascuno di questi sistemi può subire delle alterazioni, lesionarsi o andare incontro a degenerazione.

Nel nostro caso tratteremo più nel dettaglio l'instabilità meccanica del tratto cervicale superiore, che è la conseguenza d'importanti alterazioni del sistema di stabilizzazione passivo.

Il tratto cervicale superiore, funzionalmente ed anatomicamente si differisce dalla restante regione cervicale; il contemporaneo bisogno di stabilità e mobilità rendono l'articolazione più vulnerabile a sublussazioni, ed è per questo che l'instabilità meccanica del tratto cervicale superiore si manifesta principalmente con una dislocazione atlanto-dentoidea.

Tra le cause principali troviamo i processi infiammatori che colpiscono il tratto cervicale (Artrite Reumatoide, Infiammazione Retrofaringea), le alterazioni di natura congenita (Sindrome di Down) e i traumi [1].

Anche il colpo di frusta in letteratura è citato come possibile causa di instabilità meccanica anche se ci sono pareri molto discordanti a riguardo, in quanto alcuni autori ritengono che in questi casi le strutture più a rischio sono quelle relative al tratto cervicale inferiore [3,4,5,6.].

Per noi fisioterapisti sarà importante capire, in conformità a ciò che emerge dalla letteratura, quali sono le manifestazioni cliniche più comuni, ma soprattutto quali sono oggi gli strumenti ritenuti più affidabili ai fini diagnostici.

DEFINIZIONE DI INSTABILITA'

White e Panjabi nel 1978 furono tra i primi a definire il concetto d'instabilità, affermando che: *“L'instabilità clinica è la perdita della capacità, da parte del rachide, di mantenere il giusto rapporto tra le vertebre, in modo tale da non andare in contro a disfunzioni o irritazione del midollo spinale o della radice nervosa e in modo tale da non sviluppare deformità o dolore”*[7]. Questa definizione che metteva in luce soltanto gli aspetti meccanici dell'instabilità e non gli aspetti clinici fu sostituita dalla definizione di Frymoyer del 1991. Frymoyer definì l'instabilità segmentale come: *“ Una perdita della rigidità tale per cui, se noi applichiamo al rachide una forza, questa produce uno spostamento maggiore rispetto a quello che osserviamo in condizioni fisiologiche; ciò può causare dolore, deformità progressive e mette a rischio le strutture neurologiche”*[8].

In seguito Panjabi in un suo studio del 1992 affermò che il sistema di stabilizzazione è il risultato dell'interazione di tre sottosistemi: il sistema passivo, il sistema attivo e il sistema di controllo neurale, e

definì l'instabilità clinica come “...*Un decremento significativo della capacità, da parte del sistema di stabilizzazione del rachide, di mantenere la zona neutra intervertebrale entro i limiti fisiologici, così da non andare in contro a disfunzioni neurologiche, deformità o dolore*”[9].

Panjabi con questa definizione mise in relazione il concetto d'instabilità con quello di zona neutra, definita come “ *il range di movimento spinale prodotto con una minima resistenza interna* “.

Secondo questi studi la zona neutra che in sostanza misura la lassità legamentosa in prossimità della posizione neutra; è ritenuta un indicatore d'instabilità maggiore rispetto all'ipermobilità[10].

INSTABILITA' MECCANICA

Le articolazioni tra atlante ed epistrofeo sono molto spesso coinvolte in fenomeni di ipermobilità o instabilità a causa della loro peculiare anatomia. Le faccette articolari, disposte orizzontalmente fanno sì che la posizione dell'atlante dipenda per gran parte dall'azione del legamento trasverso e dalla sua relazione con il dente dell'epistrofeo.

In seguito ad una lesione delle strutture passive che garantiscono la stabilità del tratto cervicale superiore, possiamo andare incontro ad una dislocazione dell'atlante rispetto all'epistrofeo.

Il fenomeno che si osserva più frequentemente è la dislocazione anteriore dell'atlante; Winfeld et al. notarono una dislocazione anteriore nel 12% dei pazienti affetti da Artrite Reumatoide a 7 anni dall'insorgenza della malattia[11], mentre studi eseguiti su cadavere riportavano una stima che variava dall'11 al 46% [12].

Lavori sperimentali hanno dimostrato che C1 non può traslare anteriormente senza una rottura del legamento trasverso; la massima traslazione è di 5mm quando gli altri legamenti sono intatti, ma può raggiungere anche i 12mm se ad essere lesionati sono anche i legamenti alari e gli altri legamenti accessori [13].

In alcuni casi è stato possibile inoltre osservare una traslazione laterale dell'atlante rispetto all'epistrofeo, che può essere il risultato di un coinvolgimento unilaterale o bilaterale delle articolazioni atlantoassiali [14]. Una perdita totale della cartilagine ed una erosione non superiore ad 1 millimetro dello strato subcondrale relativo alle masse laterali di C1 e ai processi articolari di C2 produce uno spostamento laterale di C1 di 2,5mm. Quando più di 1mm di tessuto osseo viene perso lo spostamento può raggiungere i 5mm che viene limitato dal contatto tra le masse laterali di C1 e il dente dell'epistrofeo [15].

Meno frequenti ma ugualmente descritti sono i casi di dislocazione in rotazione, dislocazione posteriore e traslazione verticale.

La dislocazione in rotazione è il risultato di una lesione unilaterale delle articolazioni tra C1 e C2 con rottura del legamento trasverso [15].

La dislocazione posteriore è la meno frequente ed implica un coinvolgimento del dente dell' epistrofeo; mentre la traslazione verticale è la conseguenza di un'erosione dei condili occipitali, dei processi articolari di C2 e delle masse laterali di C1 [15].

PATOGENESI

Per quanto riguarda la patogenesi di questi fenomeni, anzitutto dobbiamo distinguere le tre principali cause, che sono: i processi infiammatori, le anomalie di natura congenite e l'instabilità post-traumatica.

I processi infiammatori come causa di instabilità meccanica.

In questo gruppo la prevalenza di instabilità meccanica è abbastanza elevata, specialmente nei soggetti affetti da Artrite reumatoide.

Tra i pazienti con Artrite Reumatoide, le percentuali di incidenza variano da un minimo del 25% fino ad un massimo del 70% riportato in uno studio di Pellucci del 1981 [17,18]. Le differenze che si riscontrano sono la conseguenza dei diversi metodi usati per diagnosticare l'instabilità e per selezionare i pazienti.

Si ritiene che l'iperemia associata ad una infiammazione non specifica, generi una locale decalcificazione ossea ed una conseguente alterazione a livello delle inserzioni legamentose .

Nei casi di artrite reumatoide i processi degenerativi possono coinvolgere sia il tessuto connettivo che l'osso ed è possibile osservare un effetto erosivo sulla sinovia così come a livello della borsa tra dente e legamento trasverso [14].

Molti studi affermano che un processo erosivo a livello del tessuto connettivo o del tessuto osseo è una condizione necessaria affinché si verifichi una dislocazione dell'atlante sull'epistrofeo [16].

Sono stati inoltre riscontrati episodi di instabilità meccanica come conseguenza di tonsilliti, carie dentarie e nasofaringiti, ma anche in

seguito a scarlattina, influenza e dopo interventi come tonsillectomia e asportazione delle adenoidi [19].

Ciò è possibile per la presenza di vasi linfatici che mettono in comunicazione la faringe con il tratto cervicale superiore. Si è osservato che i processi infiammatori, che per esempio colpiscono le tonsille o il naso, drenano nella regione cervicale, con conseguente infiammazione, iperemia e riassorbimento osseo a livello delle articolazioni; si crea una condizione tale per cui, anche un piccolo trauma può provocare una dislocazione tra atlante ed epistrofeo [16].

Anomalie di natura congenita

E' stato riscontrato che l'instabilità meccanica può essere la conseguenza di una anomalia di natura congenita, che può interessare per esempio il dente dell'epistrofeo. Secondo Fielding (1980)[20] si possono osservare tre diverse alterazioni: una assenza completa del dente, una assenza parziale o una mancata fusione con il corpo vertebrale. Stavens in uno studio del 1994 descrive la situazione in cui si osserva un dente normalmente sviluppato, ma non fuso con il corpo vertebrale dell'epistrofeo [21].

Anomalie congenite ritenute causa di instabilità sono inoltre le fusioni vertebrali, in modo particolare la fusione che si osserva in rare circostanze tra occipite ed atlante che determina un aumento di stress sui livelli adiacenti [16].

Un ulteriore fenomeno che è possibile riscontrare è la lassità congenita del legamento trasverso, che può essere sia di tipo idiopatico, ma può soprattutto manifestarsi in pazienti affetti da Sindrome di Down.

Tra i soggetti affetti da Sindrome di Down il fenomeno dell'instabilità meccanica si verifica con una discreta frequenza.

Dalla letteratura emerge che l'incidenza di instabilità tra i soggetti con Sindrome di Down varia da 7 al 30% [22].

Instabilità post-traumatica

I traumi cervicali sono molto frequenti, ma all'interno di questo gruppo di pazienti risulta ancora molto controversa la prevalenza e la patogenesi dell'instabilità meccanica.

Secondo alcuni studi eseguiti su cadavere, sembra che la condizione necessaria affinché si verifichi una traslazione dell'atlante sul epistrofeo, sia la presenza di una lesione legamentosa o una frattura vertebrale [16,1].

Sono stati descritti numerosi casi in letteratura di fratture post-traumatiche localizzate nel tratto cervicale superiore, e molte di queste associate a una rottura dei legamenti: rottura del legamento trasverso associata a frattura dell'atlante, ma anche casi di frattura dei condili occipitali associata ad una lesione dei legamenti alari [23,24].

Altri autori inoltre propongono la possibilità di una necrosi avascolare del dente dell'epistrofeo, come conseguenza di una lesione legamentosa. I vasi sanguigni raggiungono il dente dell'epistrofeo passando anche attraverso i legamenti alari e apicale; una lesione di questi legamenti determinerebbe un'alterazione dell'apporto di sangue con conseguente necrosi [25].

Allo stesso tempo è stato dimostrato in diversi studi su cadavere che il legamento trasverso rappresenta lo strumento principale affinché non si verifichi una traslazione anteriore dell'atlante e che gli altri legamenti da soli non sono sufficienti ad impedire questo scivolamento [1]. Da ciò si deduce che anche una rottura isolata del legamento trasverso sia sufficiente a determinare un'instabilità meccanica.

La possibilità di osservare, inseguito ad un trauma, una rottura isolata del legamento trasverso senza frattura ossea è ribadita da alcuni autori come Wilberg, Levine e Derrick [24,26,27], anche se allo stesso tempo molti altri ritengono che sia un'eventualità molto rara [1].

Un discorso particolare meritano quei pazienti affetti da colpo di frusta. Numerosi studi a riguardo hanno cercato di far chiarezza sulla possibilità che questi pazienti possano manifestare un'instabilità meccanica del tratto cervicale superiore.

Colpo di frusta e instabilità meccanica

Il colpo di frusta è una problematica molto rilevante soprattutto nei paesi industrializzati; nella maggior parte dei casi è la conseguenza di incidenti stradali ed è ritenuta un'importante causa di disabilità cronica.

E' importante dire che l'esatto meccanismo di lesione è ancora sconosciuto e non è ancora chiaro quali sono i tessuti che vengono maggiormente coinvolti. I più recenti studi di biomeccanica affermano che, in seguito ad un impatto posteriore, che risulta essere l'incidente stradale più frequente, il torace subisce una spinta anteriore.

La testa, poiché non ci sono forze che agiscono direttamente su essa rimane inizialmente ferma, ma subito dopo subisce una retrazione a causa della differente traslazione del torace, che rispetto alla testa si muove anteriormente.

Il tratto cervicale compensa con una curva ad S non fisiologica, caratterizzata da una flessione del tratto cervicale superiore ed una estensione del tratto cervicale inferiore. Dopo la fase di retrazione subentra la fase di eccessiva estensione, limitata dalla contrazione riflessa dei muscoli del collo. Questa contrazione riflessa determina un

passaggio del tratto cervicale da una posizione di eccessiva estensione ad una eccessiva flessione [5,6].

Secondo alcuni studi la fase di retrazione e la fase di eccessiva estensione sono le due fasi dove è più alto il rischio di andare in contro a lesioni [28,29].

A questo punto quello che ci interessa è cercare di capire se è possibile riscontrare un'instabilità meccanica del tratto cervicale superiore in seguito a colpo di frusta.

Come abbiamo precedentemente detto, sembra che in assenza di una frattura vertebrale, la condizione necessaria affinché si verifichi una dislocazione dell'atlante sull'epistrofeo è la lesione del legamento trasverso[16,1]; ma come vedremo, numerose ricerche affermano che in seguito a colpo di frusta le strutture più a rischio sono quelle relative al tratto cervicale inferiore. C'è consenso in letteratura, riguardo al fatto che il colpo di frusta determini una lesione dei tessuti molli e alcuni studi affermano che i pazienti con lesioni più gravi mostrano segni di instabilità clinica. Panjabi in seguito ad esperimenti eseguiti in vitro di cui uno molto recente del 2005 afferma che le collisioni possono causare lesioni funzionali del tratto cervicale inferiore ma non dei segmenti più alti [6].

Allo stesso modo altri studi che indagavano nello specifico la risposta del legamento longitudinale anteriore e dei legamenti alari, arrivano ad affermare che le strutture più sollecitate sono quelle relative al tratto cervicale inferiore [3,4,5].

Alla luce di ciò è importante però capire il motivo per cui da un punto di vista clinico, circa il 20% di tutti i pazienti con problemi cervicali lamentano sintomi nel tratto cervicale superiore [4].

DIAGNOSI CLINICA

I sintomi dell'instabilità meccanica del tratto cervicale superiore sono estremamente vari e non c'è correlazione tra la gravità della lesione e i sintomi stessi [1].

Il dolore è il sintomo più frequente, il 76% dei pazienti ha dolore localizzato nel tratto cervicale superiore o nell'area suboccipitale con possibili fenomeni di dolore irradiato nella zona occipitale, temporale o nella regione frontale [30].

E' frequente una **riduzione del ROM**, che si manifesta con una caratteristica rotazione della testa dal lato opposto al dolore [19].

Il torcicollo è un altro dei segni clinici che possiamo osservare in seguito ad instabilità meccanica; in letteratura, la posizione più menzionata e descritta è la posizione Cook Robin [19].

E' possibile riscontrare **manifestazioni di tipo neurologico**; esse possono essere la conseguenza di compressioni della radice nervosa o nei casi più gravi del midollo spinale [1].

Tra i sintomi neurologici viene menzionata l'iperriflessia, le parestesie, problemi di coordinazione, fino ad arrivare alla spasticità e alla paresi. Meno frequentemente è possibile riscontrare: Ipoestesia nell'area di competenza del nervo occipitale, mal di testa, sbandamento, parestesie facciali e disfagia [1].

Kauppi afferma che il rischio di complicanze neurologiche è molto elevato in presenza di una dislocazione anteriore dell'atlante pari a 9mm [18]. Altri studi sull'incidenza dei sintomi in presenza di una dislocazione provano che non ci sono correlazioni tra la gravità della dislocazione e la presenza di sintomi clinici o segni neurologici [31,30].

Secondo alcuni autori è più probabile osservare manifestazioni di tipo neurologico in presenza di dislocazioni vertebrali localizzate nel tratto cervicale inferiore, per il fatto che in questo tratto il canale midollare è più ristretto [32].

Come ultima cosa dobbiamo sottolineare che sono stati inoltre descritti in letteratura casi di instabilità meccanica che non manifestavano alcun segno clinico[20].

DIAGNOSTICA PER IMMAGINI

Fino ad oggi in ambito radiologico il criterio più utilizzato al fine di diagnosticare un'instabilità meccanica è la misurazione dell'intervallo atlanto-dentoideo, che è la distanza radiologica tra la parte anteriore dell'apice del dente e la parte posteriore dell'arco anteriore dell'atlante. Intervallo che viene misurato in base alle immagini ottenute da una radiografia funzionale; ovvero una radiografia laterale delle vertebre cervicali presa in flessione, estensione ed in posizione neutra.

Secondo l'American Roentgen Ray Society il limite dell'intervallo atlanto-dentoideo per gli adulti è compreso tra 2.5 e 3mm, mentre per i bambini tra 4.5 e 5mm [16].

Alcuni ritengono che questo sia lo strumento più indicato al fine di diagnosticare una dislocazione anteriore dell'atlante e secondo i risultati di un recente studio possiede anche una alta riproducibilità intra ed inter esaminatore nell'interpretazione della radiografia [33].

Allo stesso tempo altri autori ritengono che uno dei punti deboli di questo esame sia proprio la scarsa affidabilità, insieme al fatto che questa è una procedura sotto certi aspetti non ancora standardizzata.

Secondo questi autori in relazione all'instabilità del tratto cervicale superiore la radiologia non sembra avere una standard riproducibile e alcuni concordano sul fatto che non da un'adeguata informazione [1].

Secondo altri ancora, potrebbe essere maggiormente significativo per diagnosticare l'instabilità meccanica, misurare il diametro del canale midollare. Il risultato dello studio di Spiering e Brakman [34] indica che quando il diametro è inferiore a 13mm c'è la possibilità di sviluppare disturbi neurologici.

Numerosi strumenti diagnostici sono stati utilizzati per valutare la severità delle dislocazioni vertebrali. La tomografia computerizzata, che rese possibile l'analisi radiologica del tratto cervicale in piani orizzontali ci dà accurate informazioni sulle lesioni ossee e può essere estremamente utile per valutare eventuali dislocazioni in rotazione. Nei soggetti normali la rotazione maggiore si osserva a livello C1 C2(55%), mentre non esiste rotazione a livello C0 C1. Si avanzò l'ipotesi che l'instabilità rotatoria identificata grazie all'utilizzo della tomografia computerizzata era la conseguenza di una lesione dei legamenti alari [15,35,38].

La Risonanza magnetica invece tramite l'utilizzo di sezioni sagittali è in grado di mettere in evidenza il rapporto tra il midollo spinale e le vertebre [15].

In fine la risonanza dinamica secondo alcuni autori è in grado di valutare la riduzione della dislocazione durante il movimento in estensione e la compressione durante il movimento in flessione [15].

La risonanza magnetica è ritenuta da molti il gold standard nella diagnosi di compressione midollare, alcuni autori come Parker ritengono che CT e RM sono necessarie e che dovrebbero essere la prima scelta [19].

TEST PER L'INSTABILITA'

Sono stati descritti in letteratura una serie di sintomi che si possono manifestare in seguito a trattamenti di tipo manipolativo; tra le possibili conseguenze troviamo anche complicanze di natura nervosa come: segni radicolari e compressione midollare [1].

Spesso l'insufficienza vertebro-basilare e l'instabilità meccanica vengono menzionate come le principali cause che stanno alla base di queste complicazioni.

Sono stati pubblicati studi dai quali emerge che la frequenza di complicanze neurologiche dopo trattamento manipolativo è compresa tra 1:40.000 e 1:10.000.000 [22].

Per ridurre il più possibile il rischio di queste tecniche terapeutiche, sono necessari test premanipolativi con lo scopo di indagare l'instabilità del tratto cervicale superiore. Purtroppo ancora oggi questi test per l'instabilità sono scarsamente descritti e non ci sono informazioni sull'affidabilità e sulla validità.

I tre test più utilizzati per identificare un'instabilità del tratto cervicale superiore sono stati descritti da Van Der El e sono: il Lateral shift-test of C1, L'Upper cervical flexion test e il Sharp Purser test [36].

Attualmente l'affidabilità e la validità di questi test non è conosciuta; l'unico studio che descrive il valore predittivo, la sensibilità e la specificità del Sharp Purser Test, venne fatto da Uitvlught e questi valori erano 85%, 88% e 95% rispettivamente [37].

Cttrysse nel 1997 fece uno studio che aveva come scopo quello di stimare l'affidabilità intra e inter esaminatore dei test sull'instabilità del tratto cervicale superiore. I test furono eseguiti su un gruppo di 11 bambini affetti da Sindrome di Down e in base ai risultati che ottenne

afferma che l'Upper cervical flexion test era l'unico che mostrava un accettabile grado di affidabilità intra e inter esaminatore.

L'utilizzo di questi test è molto importante come strumento per prevenire eventuali complicanze secondarie alla manipolazione e per essere in grado poi di impostare un corretto trattamento [22].

CONCLUSIONI

In base a ciò che si evince dalla letteratura siamo in grado di dire che l'instabilità meccanica del tratto cervicale superiore si sviluppa soprattutto in seguito a processi infiammatori o in presenza di alterazioni di natura congenita, come nell'Artrite reumatoide e nella Sindrome di Down; mentre è molto più dibattuta e controversa l'instabilità meccanica post traumatica.

Il colpo di frusta sembra avere un ruolo marginale in quanto secondo i risultati di alcuni studi le strutture più coinvolte sono quelle relative al tratto cervicale inferiore, ma rimane ancora poco chiaro il motivo per cui nonostante ciò la maggior parte dei sintomi si localizzano nel tratto superiore.

Per quanto riguarda le manifestazioni cliniche, abbiamo visto quali sono i sintomi più frequenti, ma ciò che è interessante notare è che non c'è correlazione tra la gravità dell'instabilità e la presenza di sintomi o segni neurologici.

Da un punto vista diagnostico oggi lo strumento più utilizzato è la radiografia funzionale con la misurazione dell'intervallo atlanto-dentoideo; uno studio del 2005 andando un po' contro corrente ci dice perfino che ha anche una buona affidabilità intra e inter esaminatore nell'interpretazione della radiografia..

Per avere però una diagnosi più accurata possibile molti autori consigliano l'utilizzo della Risonanza Magnetica e della Tomografia Computerizzata.

I test clinici per l'instabilità meccanica sono uno strumento molto utile per noi terapeuti, ma purtroppo in letteratura non ci sono molte informazioni riguardo la loro validità e affidabilità; un studio del 1997 eseguito da Catrysse ci dice che l'Upper cervical flexion test è l'unico ad avere un accettabile grado di affidabilità intra e inter esaminatore.

E' importante riuscire ad ottenere maggiori risultati e informazioni a riguardo, anche perché all'interno della pratica clinica questi test hanno oggi un ruolo importante, vengono utilizzati per riuscire ad impostare un corretto trattamento con l'obiettivo di ridurre al minimo l'insorgenza di spiacevoli complicanze.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

1. Swinkels, Ostendorp 1996. *Upper cervical instability: fact or fiction*. Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics 19 (3): 185-194.
2. Panjabi M. *The stabilizing system of the spine Part 1*. Journal of spinal disorder 1992; 5:383-9
3. M.M.Panjabi *Whiplash injuries and the potential for mechanical instability*. Eur. Spine J. (1998) 7: 484-492.
4. E. Hartwing *In vitro low-speed collision cause injury to the lower cervical spine but do not damage alar ligament*. Eur. Spine J. (2004) 13: 590-597.
5. Brian D. Stemper. *Anterior longitudinal ligament injuries in whiplash may lead to cervical instability*. Medical Engineering e Physics 28 (2006) 515-524.
6. M.M. Panjabi. *Evaluation of the intervertebral neck injury criterion using simulate rare impact*. Journal of Biomechanics 38 (2005) 1694-1701.
7. White, Panjabi 1978. *Clinical biomechanics of the spine*, JB Lippincot, Philadelphia p.722
8. Frymoyer JW. *The adult spine: principles and practice*. Vol. 2. Raven Press, 1991
9. Panjabi M. *The stabilizing system of the spine Part 2 Neutral zone and instability hypothesis*. Journal of spinal disorder 1992; 23(1):17-24
10. Panjabi M. 1994 *On the understanding of clinical instability*. Spine 19 (23): 2642-2650.
11. Winfield J. et al. *Prospective study of the radiologic changes in hands, feet and cervical spine in adult rheumatoid disease*. Ann Rheum. Dis. 1983;42: 613-8

12. Bland J. et al. *Anatomy and physiology of the cervical spine*. Semin Arthritis Rheum 1990; 20: 1-20.
13. La Caffinier et al. *Etude physiopathologique des lésions ligamentaires graves dans les traumatismes de la charnière occipito-rachidienne*. Rev Chir Orthop. 1972; 58: 11-9
14. Lipson et al. *Rheumatoid arthritis of the cervical spine*. Clin. Orthop. 1984;182: 143-9
15. Agnes Bouchaud. *Cervical spine involvement in Rheumatoid arthritis*. Joint Bone Spine 2002; 69: 141-54
16. R Swinkels. *Pathogenesis of upper cervical instability*. Manual Therapy (1996) 1, 127-132.
17. Pellicci et al. *A prospective study of the progression of Rheumatoid arthritis of the cervical spine*. Journal of bone and joint surgery 63-A(3); 342-350
18. Kauppi et al. *Prevalence of cervical spine subluxation and dislocation in a community base of Rheumatoid arthritis population*. Scandinavian Journal of Rheumatology 23: 133-136.
19. Parker et al. *Subluxation of the atlanto-axial joint*. 1985 British journal oral and maxillofacial surgery. 23; 275-278.
20. Fielding et al. *Os odontoideum*. Journal of bone and joint surgery. 1980; 62-A (3); 376-383
21. Stevens et al. *A new appraisal of abnormalities of the odontoid process associated with atlanto-axial subluxation and neurological disability*. Brain 1994; 117; 133-148.
22. E. Catrysse et al. *Upper cervical instability: are clinical tests reliable?*. Manual Therapy (1997) 2(2), 91-97.
23. Anderson et al. *Morphology and treatment of occipital condyl fracture*. Spina 13 (7); 731-736.

24. Levine et al. *Traumatic lesion of the occipito atlato-axial joint*. Clinical Orthopedics and related research. (1988); 239; 53-68.
25. Riccardi et al. *Acquired os odontoideum following acute ligament injury*. J. Bone Joint Surge (1976); 58:41-12.
26. Derrick et al. *Post motor vehicle accident alar ligament laxity*. JOSPT 16(1); 6-11.
27. Wilberg et al. *Occult post traumatic cervical ligamentous instability*. Journal of spinal disorders 3 (2); 156-161.
28. Stemper et al. *Gender- and region dependent local facet joint kinematics in rare impacts: implication in whiplash injury*. Spine 2004; 29: 1764-71.
29. Svensson et al. *Neck injury in car collision: a review covering a possible injury mechanism and the development of a new rare impact dummy*. Accid Anal Prev. 2000;23:167-75
30. Rana et al. *Atlanto-axial subluxation in Rheumatoid Arthritis*. J. Bone joint surge Br. 1973; 55:458-70.
31. Cassidy et al. *The effect of manipulation on pain and range of motion in cervical spine: a pilot study*. J. Manipulative Physiol Ther. 1992; 15:495-500.
32. Redlun et al. *Subaxial antero-posterior dislocation of the cervical spine in Rheumatoid Arthritis*. Scand J. Rheumatol 1985; 14: 355-63
33. Westaway et al. *Intra- an inter-rater reliability of the anterior atlantodental interval measurement from conventional lateral view flexion/extension radiographs*. (2005) Manual Therapy 10: 219-223.
34. Spierings, Braakman. *The management of os odontoideum*. J Bone joint surgery Br. 1982: 64:422-8.
35. Halla et al. *The spectrum of atlanto-axia facet joint involvement in Rheumatoid Arthritis*. 1990; 33: 325-9

36. Van Der El. 1992. *Manuele Diagnostiek*. Rotterdam p. 571
37. Uivlught et al. 1988. *Clinical assessment of atlanto-axial instability using the Sharp Purser test*. *Arthritis and Rheumatism*. 31(7): 370-374
38. J. Patijn et al. 2001 *CT study of craniovertebral rotation in whiplash injury*. *Eur. Spine J*. 10:38-43.