

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI GENOVA  
FACOLTA' DI MEDICINA E CHIRURGIA  
Master di primo livello in "Riabilitazione dei disordini muscoloscheletrici"

TESI DI MASTER:

Degenerazione dei dischi intervertebrali del tratto cervicale:  
revisione del concetto di ernia cervicale

REFERENTE:  
Dott. Frank Musarra

CANDIDATA:  
Velardo Sonia

Anno Accademico 2006/2007

## **INDICE:**

ABSTRACT.....	3
MATERIALI E METODI.....	4
INTRODUZIONE.....	7
DEGENERAZIONE DEI DISCHI VERTEBRALI	
CERVICALI.....	17
RADICOLOPATIA.....	21
CONCLUSIONE.....	23
BIBLIOGRAFIA.....	24

## **ABSTRACT**

L'obbiettivo di questo lavoro è quello di evidenziare le particolarità del tratto cervicale ponendo particolare attenzione sui cambiamenti chimico-morfologici del nucleo polposo durante lo sviluppo rispetto agli altri tratti, lombare e dorsale, sottolineando le probabili cause che possono portare ad un problema di degenerazione discale ed eventuali compressione delle strutture nervose adiacenti in base all'età del soggetto. A tal fine ho utilizzato Pubmed e Meline introducendo le parole chiave: cervical vertebrae, intervertebral disk, disk degeneration.

Tra gli abstract ho scelto quelli in lingua inglese; gli articoli trattano soprattutto caratteristiche anatomiche del tratto cervicale, relazioni anatomiche delle varie strutture e cambiamenti morfologici dei dischi vertebrali, cause di degenerazione discale e conseguenze. Non sono stati trovati studi che trattassero specificatamente della degenerazione dei dischi vertebrali cervicali e delle possibili cause.

In base ad un'attenta analisi anatomica e dei cambiamenti chimico morfologici tipici del tratto cervicale, possiamo evidenziare le diverse possibili cause di erniazione cervicale, caratterizzate da una non specifica protrusione di materiale del nucleo polposo, in quanto esso è soggetto ad un graduale processo fibrotico fino a quasi scomparire nella terza decade d'età. Il materiale discale può fuoriuscire nei casi di soft disc herniation, tipico nelle persone giovani, dove alla base di questo processo vi è una debolezza del LLP.

## MATERIALI E METODI

Ho incluso in questo lavoro articoli e revisioni sistematiche che trattassero delle caratteristiche anatomiche del tratto cervicale e dei cambiamenti chimico-morfologici a cui è soggetto il disco intervertebrale, sul quale si basano i diversi processi degenerativi tipici di questo tratto.

Ho scelto articoli e revisioni sistematiche in lingua inglese, che non fossero casi studio e che trattassero specificatamente del tratto esaminato. Non sono stati, comunque, trovati articoli che studiassero in maniera approfondita del concetto di ernia cervicale e le probabili cause.

### ELENCO DEGLI ARTICOLI SELEZIONATI:

AUTORI, NOME, ANNO DI PUBBLICAZIONE,	TIPO DI STUDIO EFFETTUATO
Susan Mercer, B Phty (Hons), MSc, PhD,* and Nikolai Bogduk, MD, PhD, DSc, FAFRM†: <b>The Ligaments and Anulus Fibrosus of Human Adult Cervical Intervertebral Discs</b> SPINE Volume 24, Number 7, pp 619–628 ©1999, Lippincott Williams & Wilkins, Inc.	Studio d' indagine anatomica sulle caratteristiche del disco intervertebrale cervicale e sulla struttura tridimensionale dei legamenti e anello fibroso
Narayan Yoganandan, Ph.D., Stephanie A. Knowles, M.S., Dennis J. Maiman, M.D., Ph.D., and Frank A. Pintar, Ph.D. <b>Anatomic Study of the Morphology of Human Cervical Facet Joint</b> SPINE Volume 28, Number 20, pp 2317–2323 ©2003,	Studio anatomico sulla morfologia delle faccette articolari, basato sull'analisi di sei cadaveri umani
Nobuhiro Tanaka, MD,* Yoshinori Fujimoto, MD, PhD,* Howard S. An, MD,† Yoshikazu Ikuta, MD, PhD,* and Mineo Yasuda, MD, PhD‡:	Indagine anatomica sulla relazione tra forame intervertebrale, radici nervosa e disco attuato per un indagine di

<p><b>The Anatomic Relation Among the Nerve Roots, Intervertebral Foramina, and Intervertebral Discs of the Cervical Spine</b>  SPINE Volume 25, Number 3, pp 286–291  2000</p>	<p>microchirurgia</p>
<p>Srirangam Kumaresan a, Narayan Yoganandan ', Frank A. Pintar Dennis J. Maiman a, Vijay K. Goel:  Contribution of disc degeneration to osteophyte formation in the cervical spine: a biomechanical investigation  Journal of Orthopaedic Research 19 (3001) 9777984</p>	<p>Studio anatomico accurato attraverso l'utilizzo del metodo finite element model sulla formazione di osteofiti</p>
<p>JOHN E. SCOTT', TIMOTHY R. BOSWORTH', ALISON M. CRIBB', AND JAMES R. TAYLOR2:  The chemical morphology of age-related changes in human intervertebral disc glycosaminoglycans from cervical, thoracic and lumbar nucleus pulposus and annulus fibrosus  J. Anat. (1994) 184, pp. 73-82,</p>	<p>Studio sulla misurazione del contenuto di collagene nei vari dischi in relazione ai cambiamenti d'età</p>
<p>Jack P. Callaghan 1, Stuart M. McGill  Intervertebral disc herniation: studies on a porcine model exposed to highly repetitive flexion/extension motion with compressive force  Clinical Biomechanics 16 (2001) 28±37</p>	<p>indagine biomeccanica dei processi degenerativi sul movimento delle vertebre cervicali dei maiali.</p>
<p>Yong-Jun Wang, MD, PhD,*† Qi Shi, MD,* W. W. Lu, PhD,‡ K. C. M. Cheung, PhD,‡  Michael Darowish, MD,‡ Tian-Fang Li, MD, PhD,† Yu-Feng Dong, MD, PhD,†  Chong-Jian Zhou, MD, PhD,* Quan Zhou, MD,* Zhi-jun Hu, MD, PhD,* Mei Liu, MD,* Qin Bian, MD,* Chen-Guang Li, MD,* K. D. K. Luk, MD, PhD,‡ and J. C. Y. Leong, MD‡  <b>Cervical Intervertebral Disc Degeneration Induced by</b></p>	<p>Studio sull' instabilizzazione del tratto cervicale nei topi per indagare i processi degenerativi</p>

<p><b>Unbalanced Dynamic and Static Forces: A Novel <i>In Vivo</i> Rat Model</b>  SPINE Volume 31, Number 14, pp 1532–1538  ©2006,</p>	
<p>Valere Debois, MD, RichadHerz, MSc,MD,PhD,Dirk Berghmans,MD, Benedict Hermans,MD and Patrick herregodts,MD,PhD:  Soft cervical disc herniation  Spine, vol.24 number 19 pp 1996-2002, 1999</p>	<p>Studio basato sulla misurazione del canale vertebrale e la correlazione con disturbi neurologici</p>
<p>Bruce M. McCormack, MD, and Phillip R. Weinstein :  Cervical spondylosis  West J Med 1996</p>	<p>Revisione sistematica</p>
<p>Peter J. Roughley, PhD  <b>Biology of Intervertebral Disc Aging and Degeneration</b>  SPINE Volume 28, Number 20, pp 2317–2323  ©2003,</p>	<p>revisione sistematica sulle caratteristiche e cambiamenti morfologici dei dischi con l'età e processi degenerativi</p>
<p>P. N. SAMBROOK, A. J. MACGREGOR, and T. D. SPECTOR  GENETIC INFLUENCES ON CERVICAL AND LUMBAR DISC DEGENERATION ARTHRITIS &amp; RHEUMATISM  Vol. 42, No. 2, February 1999, pp 366–372</p>	<p>Studio dell'influenza genetica sulla degenerazione discale tramite un indagine con MRI sui gemelli</p>
<p>Jill PG Urban<sup>1</sup> and Sally Roberts<sup>2</sup>  <b>Degeneration of the intervertebral disc</b>  <b>Arthritis Research &amp; Therapy</b>  Vol 5 No 3</p>	<p>Revisione sisemtica</p>

## INTRODUZIONE

Il tratto cervicale è certamente uno dei più complicati sistemi articolari del corpo. Esso è composto da 37 articolazioni separate che svolgono una miriade di movimenti della testa e del collo in relazione con il tronco; normalmente si contano più di 600 movimenti in un'ora, nessun'altra parte del sistema muscoloscheletrico è così in costante movimento. La colonna cervicale è continuamente soggetta a stress e sforzi durante le comuni attività giornaliere come parlare, gesticolare, ridere, sedersi, camminare, cambiare direzione, inchinarsi ( Kapandjj '77).

Inoltre la posizione della colonna cervicale è espressione di noi stessi: l'atteggiamento della colonna in flessione sta ad indicare in genere una personalità tendenzialmente depressiva, triste, sottomessa; mentre l'atteggiamento in estensione esprime ottimismo, sicurezza in se stessi.

Importante questo tratto per il passaggio di molte strutture vitali come il midollo spinale e i vasi della testa e del collo; la presenza di milioni di recettori e fibre nervose che passano nei forami vertebrali e la loro stretta relazione con organi sensoriali dell'udito, equilibrio, vista e olfatto. Le funzioni del tratto cervicale sono principalmente 3:

1. **Protezione** delle strutture vitali come il midollo spinale e i vasi;
2. **Sostegno** del capo che mediamente pesa tra 4,5kg e 5,5kg il cui peso viene sorretto soprattutto dalle articolazioni zigoapofisarie che trasmettono grazie alla loro inclinazione obliqua il peso del capo in direzione postero-anteriore;
3. **Flessibilità** data dall'ampia capacità di movimento delle vertebre rispetto agli altri distretti della colonna.

## CARATTERISTICHE ANATOMICHE DEL TRATTO CERVICALE

Le sette vertebre cervicali sono le più piccole paragonate alle altre. Lo spessore discale rispetto al diametro antero-posteriore è maggiore e ciò permette una maggiore mobilità.(fig 1)

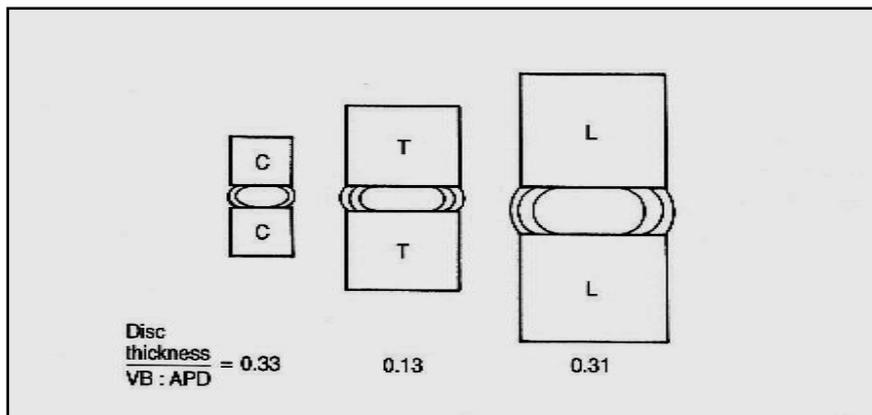


Figura 1

In una vertebra cervicale la superficie superiore del corpo è concavo in senso trasversale e il suo margine anteriore è più basso rispetto al posteriore.

Il processo spinoso è relativamente appuntito, in genere più corto rispetto al diametro del foro vertebrale e l'apice termina bifido. Lateralmente i processi trasversi sono fusi con i processi costali che originano in prossimità della porzione ventro-laterale del corpo. Questi processi rappresentano i residui delle coste cervicali. I processi costali e i processi trasversi circondano i fori trasversali che danno passaggio alle arterie e vene vertebrali.

- L'ATLANTE- L'EPISTOFEO- VERTEBRA PROMINENTE C7

La precedente descrizione non riguarda le prime due vertebre cervicali: l'atlante e l'epistofeo.

**L'atlante (C1)** sostiene la testa articolandosi con i condili dell'occipite del cranio alle feccette articolari superiori del processo articolare superiore. Essa prende il nome da Atlante, figura mitologica greca che sosteneva il mondo. È distinta dalle altre vertebre per la mancanza di un corpo, la presenza di archi semicircolari uno anteriore ed uno posteriore,

la presenza di faccette superiori ovoidali e di faccette inferiori tondeggianti. L'atlante si articola inferiormente con la seconda vertebra cervicale l'epistrofeo (C2).

**L'epistrofeo (C2):** durante lo sviluppo il corpo dell'atlante si fonde al corpo dell'epistrofeo. Questa fusione da origine al prominente dente dell'epistrofeo; non c'è disco vertebrale tra l'atlante e l'epistrofeo. Un legamento trasverso molto robusto fissa il dente alla superficie interna dell'atlante.

L'ultima vertebra cervicale (C7) detta anche **vertebra prominente** ha alcune caratteristiche del tratto successivo (dorsale), ha un lungo e sottile processo spinoso che termina in un ampio tubercolo. Dalla vertebra prominente si estende il legamento nucale che si inserisce sui processi spinosi delle altre vertebre fino lungo la cresta occipitale esterna.

#### -ARTICOLAZIONE ZIGOPOFISARIE

Il tratto cervicale della colonna vertebrale è composto da tre articolazioni distinte ad ogni livello: lateralmente sono localizzate le articolazioni zigoapofisarie che sono spesso coinvolte in disordini degenerativi e eventi traumatici (colpo di frusta).

Queste articolazioni hanno diverse caratteristiche a secondo del livello e variano da soggetto a soggetto (varianti anatomiche).

L'orientamento delle faccette: si possono evidenziare tre tipi di cambiamenti progressivi.

Tipo 1. orientamento verso destra;

Tipo 2. orientamento verso sinistra;

Tipo 3. doppie aree;

si possono verificare cambiamenti immediati soprattutto nella zona cervicale C4- C5.

L'orientamento postero-mediale del segmento C2- C3 limita la rotazione di C2 sul quale ruota C1 e C0.

L'orientamento postero- laterale del segmento C5- C6 con inclinazione anteriore sul piano trasversale e ovale o rotondo nel loro disegno, facilita la flessione- estensione, rotazione e lateroflessione.

Uno studio effettuato da Yoganandan. N. et all. nel 2003 basato sulle proprietà delle faccette articolari, sulla misurazione dall'apertura e della

groschezza della cartilagine articolare, dimostra che la morfologia delle faccette varia a secondo del sesso e la localizzazione (ventrale e dorsale). La cartilagine ricopre approssimativamente il 90% della superficie nel tratto cervicale superiore e il 68% nel tratto cervicale inferiore, suggerendo che l'azione protettiva di questo tessuto è maggiore nel tratto cervicale superiore dove non essendoci il disco vertebrale che garantisce stabilità, sia i legamenti che la capsula articolare hanno una morfologia diversa rispetto al tratto inferiore, sono più robusti per garantire stabilità. Alle due estremità dei processi delle faccette la copertura della cartilagine non è identica: l'apertura è significamene differente tra regione dorsale e ventrale.

L'apertura della cartilagine nel tratto cervicale superiore è minore rispetto all'apertura del tratto cervicale inferiore. L'apertura nella zona dorsale e ventrale è minore nel tratto cervicale superiore rispetto all'inferiore.

Inoltre, l'apertura della cartilagine nella parte dorsale è maggiore nelle donne rispetto agli uomini, importante ciò per alcune implicazioni cliniche, infatti, secondo alcune investigazioni cliniche effettuate da Bogduk che considerano le faccette articolari una probabile fonte di dolore in aggiunta ad alcuni studi epidemiologici affermano la maggior vulnerabilità delle donne al colpo di frusta sfociando in un disturbo cronico.

#### -CARATTERISTICHE DEI LEGAMENTI E ANELLO FIBROSO

Alcuni studi indicano che il disco cervicale è distintamente diverso da quello lombare. Lo studio anatomico attuato da Bolduk e Mercer (1991) analizza molto attentamente la struttura tridimensionale dei legamenti e anello fibroso del tratto cervicale. Il metodo attuato in questo studio si basa su la microsezione di 59 dischi intervertebrali cervicali presi da 12 cadaveri di persone adulte.

Dall'analisi del **legamento longitudinale posteriore (LLP)** che costituisce il pavimento del canale vertebrale si sono distinti 3 strati tissutali: superficiale, intermedio e profondo.

Lo strato superficiale è composto da: un fascio di fibre centrali che decorrono longitudinalmente e coinvolgono un numero variabile di

segmenti; un fascio di fibre che si estendono lateralmente separandosi da quelle centrali inserendosi alla base dei peduncoli vertebrali di una o due vertebre sottostanti. Tutte le fibre dello strato superficiale si inseriscono nella parte centrale della faccia posteriore del corpo vertebrale.

Lo strato intermedio del LLP è costituito da fibre più corte che coinvolgono solitamente un solo disco intervertebrale. Queste fibre sono situate nella zona mediana della parte posteriore dei corpi vertebrali inserendosi caudalmente e cranialmente ai tubercoli dei corpi vertebrali adiacenti.

Lo strato profondo è costituito da fibre corte che coinvolgono ogni disco singolarmente. Le fibre aumentano dalla superficie posteriore della vertebra superiore sotto il bordo inferiore e si dirigono caudalmente e lateralmente per raggiungere la vertebra sottostante sotto il margine superiore. Lo strato profondo è stato considerato come parte del LLP piuttosto che un componente dell'anello fibroso perché le sue fibre sono inserite sulla superficie posteriore dei corpi vertebrali piuttosto che sulla superficie inferiore e superiore dei corpi stessi. Il LLP è circa 3 volte più grande nel tratto cervicale rispetto agli altri tratti della colonna.

Il **legamento longitudinale anteriore (LLA)** si trova nella parte anteriore dei corpi vertebrali ed è stato distinto in 4 strati. Il primo strato superficiale è composto da fibre che decorrono longitudinalmente attraversando diversi segmenti attaccandosi nell'area centrale dei corpi vertebrali. Cranialmente si inserisce sul tubercolo anteriore dell'atlante coprendo i corpi vertebrali sottostanti. Nel distretto cervicale superiore il LLA risulta essere più stretto e più denso rispetto al tratto inferiore della colonna cervicale in cui il legamento il LLA si espande lateralmente. Le fibre dello strato intermedio decorrono anch'esse longitudinalmente, ma risultano essere più corte rispetto allo strato superficiale. Queste fibre coprono un disco intervertebrale inserendosi sulla superficie anteriore dei corpi vertebrali adiacenti espandendosi non oltre la metà del corpo stesso. Il terzo strato è composto da fibre longitudinali ancora più corte che si inseriscono cranialmente e caudalmente sul margine inferiore e superiore dei corpi vertebrali adiacenti. Infine, il quarto strato è composto da fibre con orientamento laterale (alare). Queste fibre

formano una sottile copertura su ogni disco intervertebrale inserendosi sul margine inferiore della vertebra superiore dirigendosi inferiormente e lateralmente al disco terminando sul margine superiore della vertebra sottostante. Esse sono state considerate come componenti del legamento LLA piuttosto che componenti dell'anello fibroso perché sono fissate alla superficie anteriore del corpo piuttosto che al bordo superiore ed inferiore dei corpi.

**L'anello fibroso:** la struttura dell'anello fibroso è diversa nella sua parte anteriore e posteriore.

La parte anteriore è più spessa, ma si riduce progressivamente verso i processi uncinati. La parte posteriore è costituita soltanto da un sottile strato di fibre collagene.

La parte anteriore dell'anello fibroso è ricoperto da fibre di transizione tra lo strato profondo del legamento longitudinale anteriore e lo strato superficiale dell'anello fibroso. L'orientamento di queste fibre è simile all'orientamento delle fibre più profonde del LLA, ma contrariamente a queste, esse si inseriscono ai bordi dei corpi vertebrali e non alla superficie anteriore. Successivamente a queste fibre di transizione vi sono le fibre propriamente dette dell'anello fibroso che nascono dall'apice e dalla faccia anteriore dei processi uncinati e si dirigono superiormente e medialmente per inserirsi sulla faccia inferiore del corpo vertebrale superiore. Progressivamente, le fibre più mediali verso la linea mediana si intrecciano con le fibre corrispondenti del lato opposto. Lo strato di fibre successivo ripete questo modello d'intreccio centrale, ma le fibre sono più difficili da seguire. Successivamente queste fibre di collagene si fondono con la matrice proteoglicana formando una massa di fibrocartilagine; più profondamente il tessuto fibrocartilagineo diviene più omogeneo e meno limitato formando quello che viene definito nucleo polposo.

La parte posteriore dell'anello fibroso è diversa da quella anteriore: le fibre sono orientate verticalmente, non sono più spesse di 1 mm e in profondità troviamo il nucleo fibrocartilagineo omogeneo.

In conclusione possiamo evidenziare la differenza anatomica dei dischi cervicali da quelli lombari: l'anello fibroso del tratto lombare è formato

da lamelle concentriche che circondano il nucleo polposo e non hanno l'orientamento obliquo alternato, inoltre non vi è la differenza di spessore dell'anello fibroso nella parte anteriore e posteriore come nel cervicale.

**Nucleo fibro-cartilagineo :** nella regione uncovertebrale le fenditure si estendono nel nucleo fibrocartilagineo. Le fenditure si aprono sotto il tessuto periostiofasciale coprendo la regione uncovertebrale penetrando il nucleo con diverse estensioni. Nei giovani si estendono solo parzialmente mentre negli adulti- anziani attraversano due terzi del disco posteriore.

**Tessuto periosteofasciale:** è situato nella zona delle fenditure laterali della regione uncovertebrale. È chiamato così perché è un tessuto in continuo con il periostio sopra la faccia postero- laterale del corpo vertebrale e i peduncoli. Diviene distintamente fasciale formato da tessuto connettivo fibroso incastonato con grasso e tantissimi vasi sanguigni.

#### -CARATTERISTICHE DEL NUCLEO POLPOSO E ANELLO FIBROSO

Un piccolo numero di studi ha indicato uno sviluppo differente dei dischi vertebrali cervicali rispetto a quelli lombari. Il nucleo alla nascita costituisce non più del 25% dell'intero disco, mentre nei dischi lombari il 50%.

Il nucleo polposo presente dalla nascita fino a 9-14 anni è costituito dalla rimanenza della primitiva notocorda costituita principalmente da acqua, fibre collagene, glicosaminoglicani. Differentemente dal nucleo polposo della zona lombare, nel tratto cervicale questo gradualmente sparisce, subisce un processo fibrotico nell'adolescenza fino a diventare un materiale indistinguibile nella terza decade d'età.

Uno studio effettuato da Scott et al. nel 1993 basato sui cambiamenti chimico morfologici del nucleo polposo e anello fibroso del tratto cervicale, lombare e dorsale relativo all'età, ha evidenziato varie differenze.

Contenuto d'acqua: è maggiore nel nucleo polposo rispetto all'anello fibroso con andamento dei valori più alti dal lombare > del toracico > del cervicale. Con l'età si evidenzia un andamento decrescente meno

marcato nel tratto cervicale, più pronunciato nel nucleo polposo rispetto all'anello fibroso.

Contenuto di collagene: è maggiore nel tratto cervicale> del toracico> del lombare per quanto riguarda il nucleo polposo; nell'anello fibroso, invece, le fibre collagene sono più povere nel tratto cervicale, mentre nel tratto toracico e lombare sono in egual misura. Con l'età vi è un aumento delle fibre collagene intorno al decimo anno nell'anello fibroso lombare, meno marcato nel tratto toracico e cervicale. Per quanto riguarda il nucleo polposo le fibre del collagene del tratto lombare aumentano parallelamente a quelle dell'anello fibroso; aumentano anche nel tratto toracico e meno in quello cervicale.

Contenuto di glicosaminoglicani: sono presenti in quantità maggiore nel nucleo polposo della colonna lombare e toracica rispetto a quella cervicale, mentre sono presenti in quantità maggiore nell'anello fibroso del disco cervicale rispetto al lombare e toracico. Con l'età c'è una decrescenza nell'anello fibroso in tutte le regioni; mentre nel nucleo polposo si ha una riduzione accentuata nel tratto lombare e toracico, e rimane costante nel tratto cervicale.

Le diversità chimico-morfologiche dei vari tratti della colonna vertebrale sono state attribuite alle diverse funzioni e alle forze che agiscono su di essi. Le fibre collagene svolgono principalmente la funzione di resistere alle forze tensili, mentre i glicosaminoglicani hanno la funzione di resistere a forze di pressione.

Quindi ponendo particolare attenzione sul nucleo polposo cervicale possiamo rilevare come, rispetto agli altri distretti, è meno ricco d'acqua presenta una maggior componente di collagene e meno contenuto di glicosaminoglicani. Con l'età comunque si ha una perdita di contenuto di acqua, aumento di fibre collagene e diminuzione dei glicosaminoglicani.

-RELAZIONE ANATOMICA TRA RADICI NERVOSE, FORAME INTERVERTEBRALE E DISCO INTERVERTEBRALE

L'anatomia delle radici nervose e dei forami intervertebrali e la loro relazione è importante per capire la radicolopatia cervicale.

La presenza di collegamenti intradurali tra radici dei nervi dorsali e la relazione tra il corso della radice e il disco intervertebrale, può spiegare la variazione clinica dei sintomi della compressione della radice del nervo nella colonna cervicale.

Uno studio anatomico effettuato da Tanaka et al. 1999 esamina bene questa relazione basata sull'esaminazione della colonna cervicale di 18 cadaveri; questo studio è stato eseguito principalmente per indagare alcune procedure chirurgiche. È stata valutata l'anatomia dei forami intervertebrali riguardo alle radici del nervo, la relazione tra radici del nervo e i loro dischi corrispondenti e i percorsi delle radici nervose e i loro collegamenti intersegmentali.

La forma del forame intervertebrale può essere paragonata ad un imbuto: la zona d'entrata è la parte più stretta, mentre la zona d'uscita della sacca durale centrale risulta essere più larga. Quindi, la compressione delle radici del nervo si verifica in gran parte nella zona d'entrata del forame. Anteriormente, la compressione delle radici nervose sono causate da protrusioni discali e formazioni osteofitarie nella regione uncovertebrale, mentre posteriormente sono colpite dal processo articolare superiore, dal legamento giallo e da processi fibrotici dei tessuti periradicolari.

Il nervo occupa circa il 25% dello spazio foraminale, il restante spazio è occupato da vasi sanguigni e linfatici e da un tessuto adiposo che svolge una funzione di protezione.

Le radici del nervo C5 attraversano la faccia mediale del disco intervertebrale, mentre le radici di C6-C7 attraversano la parte prossimale del disco. Le radici del nervo C8 si sovrappongono leggermente con il disco C7-T1 nel forame intervertebrale. Le radici del nervo C6-C7 passano su due livelli del disco nel sacco durale. C'è anche un'alta incidenza di collegamenti intradurali tra le radici dorsali C5-C6 e segmenti C7. Le radici cervicali da C4 a C8 originate dal midollo spinale, a livello del corpo vertebrale non decorrono obliquamente verso il basso come nella colonna lombare, ma sono dirette più lateralmente. Le radici del tratto cervicale inferiore sono le più larghe del plesso brachiale,

mentre i loro forami intervertebrali tendono ad essere più piccoli. Per questo motivo le radici di C6 e C7 tendono ad essere più coinvolte in processi degenerativi.

# DEGENERAZIONE DEI DISCHI VERTEBRALI CERVICALI

Le patologie che colpiscono il disco intervertebrale cervicale sono differenti rispetto a quelle che coinvolgono i dischi lombari: nei dischi lombari è più comune il prolasso franco e i suoi congeneri; mentre al livello cervicale-dorsale il prolasso franco è meno comune e i cambiamenti degenerativi sono riportati nelle forme di sclerosi, disintegrazione e collasso del disco, bulging dell'anello fibroso, formazioni di osteofiti al margine dei corpi vertebrali, uncovertebrali e articolazioni zigoaofisarie, restringimento dei forami intervertebrali e del canale spinale.

## -PATOGENESI DELLA DEGENERAZIONE DISCALE

Buckwalter descrive la degenerazione della spina cervicale come una serie di processi che iniziano dal disco intervertebrale. La perdita dall'altezza del disco e il cambiamento della mobilità portano ad un circolo vizioso di progressiva degenerazione.

Il nucleo polposo (come abbiamo già descritto) è una struttura tridimensionale costituita da fibre colagene, da complessi proteo-polisaccaridi che trattengono acqua all'interno del nucleo. Con l'età la struttura gelatinosa del nucleo comincia a degenerare: dalla seconda decade di vita il contenuto delle fibre collagene aumenta, mentre il contenuto delle glicoproteine diminuisce. La perdita del contenuto glicoproteico riduce la capacità di assorbimento della pressione. Quando il disco degenerato è rilassato può essere rimbevuto di fluido, ma quando è sotto pressione questo fluido non viene trattenuto. Con il tempo l'idratazione del disco si riduce dall'88% del peso del volume al 69%.

La normale funzione dell'anello fibroso è di contenere il nucleo polposo e di convertire stress compressivi in stress tangenziali. Quando il nucleo non riesce a mantenere la sua idratazione accadono dei cambiamenti sull'interfaccia nucleo- anello fibroso che si ripercuote sull'efficacia meccanica del disco. Il disco non è più abile a supportare l'aumento della pressione intradiscale ed è incapace a distribuire le forze efficacemente.

Le lamelle centrali dell'anello fibroso sono sotto costante carico e conseguentemente si arriva ad un collasso discale creando le formazione di bande concentriche esterne all'anello fibroso e protuberanze esterne (bulging). L'aumento dello stress sull'anello fibroso porta alla fibrosi e lacerazione delle fibre anulari.

Nelle persone giovani sono più frequenti problematiche di tipo acuto causate da erniazioni cervicali morbide, mentre le persone anziane sono soggette a disturbi di tipo cronico come cambiamenti spondilolitici, protrusioni anulari e formazione di osteofiti.

Con la perdita dell'altezza del disco sono coinvolte le faccette articolari: la riduzione delle loro competenze e l'aumento del movimento segmentale accelerano la degenerazione dicale.

Il disco intervertebrale è il più largo tessuto avascolare del corpo umano. La nutrizione del disco deriva da un processo di diffusione attraverso la cartilagine. Normalmente la componente dell'ossigeno si concentra al centro del disco. Con i processi degenerativi scheletrici si ha la riduzione degli scambi nutritivi che contribuiscono ad un ulteriore degenerazione del disco.

L'eziologia della degenerazione discale cervicale è sconosciuta, ma ci sono numerosi fattori che influiscono su tale degenerazione che vedono coinvolti aspetti biomeccanici, fattori genetici, cellulari.

Per quanto riguarda l'aspetto biomeccanico, un'alterazione della normale biomeccanica del tratto cervicale contribuisce alla degenerazione discale. La degenerazione del tratto cervicale può essere causata da un disequilibrio dei stabilizzatori statici e dinamici della colonna. Un'alta rata di degenerazione discale avviene solitamente in posizioni lordosiche della spina sotto carico assiale. Quando le forze compressive statiche aumentano la pressione del disco, l'acqua viene spinta fuori dal disco alterando la distribuzione intradiscale dello stress creando diverse alterazioni. Sono stati effettuati vari studi su modello animale come quello condotto da Yong-Jun Wang et al, 2006 sulla degenerazione discale cervicale nei topi, il quale conclude affermando che sviluppando un instabilità statica e dinamica del tratto cervicale si ha un rapido

processo di degenerazione caratterizzato dall'aumento dell'apoptosi e infiammazione locale.

Un altro studio sempre su modello animale basato sul tratto cervicale dei maiali di Crystal D. Aultman, Joan Scannell et al 2004, mostra che le alterazioni sono sovrapponibili al modello umano e che la direzione della rottura, la deformazione del nucleo nell'anello fibroso appare essere dipendente dalla direzione del movimento di bending. Questo potrebbe avere un'implicazione sulla prevenzione della nascita di erniazioni e riabilitazione dei bulging postero- laterali. Chiaramente anche ripetitivi movimenti di flessione sotto un modesto carico di compressione risultano essere un meccanismo convincente per un prolasso discale (Callahan and Mc Gill 2001).

Nei processi degenerativi del disco cervicale l'importanza dei fattori genetici è sconosciuta. È stato effettuato uno studio da P.N. Sambrook, AJ Mac Gregor et al. 1999, il quale si basa sull'osservazione dell'estensione dell'influenza genetica sulla degenerazione discale nei gemelli usando il metodo della MRI. Il risultato di questo studio suggerisce un'importante predisposizione genetica alla degenerazione discale, la quale manifestazione fenotipica è altamente influenzata dai fattori ambientali e fattori di rischio come l'età, il lavoro il fumo ecc...

Dall'analisi dei geni è stata postulata la compromissione del gene protocollagene tipo II sul cromosoma 12, il predecessore delle maggiori proteine discali. Una disregolazione dell'espressione di questo gene porta ad una disregolazione delle fibre dell'anello fibroso.

Altri fattori che influiscono sulla degenerazione discale sono l'attività di alcune cellule del disco intervertebrale metabolicamente attive che rispondono a stimoli biomeccanici: una loro alterazione può aumentare o diminuire il processo degenerativo.

L'alterazione degenerativa dei dischi è estremamente diffusa: essa coinvolge più del 5% delle donne e 13% degli uomini durante la terza decade d'età; più del 90% degli adulti sopra i 50 anni, e circa il 100% dai 70 anni (Iervin et al 1965, Schmorl et al. 1971).

I livelli più colpiti sono C5- C6, C6-C7 e C4- C5. questa distribuzione è dovuta all'aumento degli stress biomeccanici relativi ai tratti interessati, in quanto sono segmenti dotati di un'alta capacità di movimento.

#### -CAMBIAMENTI DEGENERATIVI FUORI DAL DISCO

I processi degenerativi oltre a coinvolgere il disco intervertebrale, coinvolgono anche le articolazioni zigoapofisarie. Le forze applicate sul disco intervertebrale sono le stesse che agiscono sulle faccette articolari. Kirkeld-Willis et al. trovarono che nella colonna lombare lo sviluppo dei processi degenerativi nel disco rispecchiavano processi simili nelle faccette articolari. Nel tratto cervicale, comunque, la distribuzione delle forze assiali è diversa da quella del tratto lombare, in quanto nella colonna lombare 80% del carico assiale passa attraverso i dischi, mentre nella colonna cervicale il carico viene distribuito equamente tra dischi e faccette.

La spondilosi cervicale è un lento e progressivo fenomeno causato dalla degenerazione. Con la riduzione dell'altezza dei dischi e l'alterazione meccanica delle faccette aumenta lo stress meccanico sulle cartilagini e i piatti. L'aumento dello stress meccanico porta alla formazione di osteofiti. Secondo uno studio condotto da Srirangam Kumaresan, Narayn Yoganandam et al (2000) basato sull'indagine biomeccanica della formazione di osteofiti, l'aumento della rigidità di un segmento dovuto ai processi degenerativi causa l'incremento dello stress e della densità nelle cortecce adiacenti al disco degenerato.

Specificatamente, la parte anteriore della cortecce risponde maggiormente a questi parametri. L'aumento delle forze che agiscono sulla cortecce stimolano processi di proliferazione ossea con la formazione di osteofiti.

I processi degenerativi coinvolgono anche le strutture legamentose del tratto cervicale. I legamenti perdono la loro elasticità e densità con l'età. Il collasso del disco aumenta la tensione sui legamenti circostanti ed al legamento giallo. L'aumento della tensione sull'inserzione del LLA (legamento longitudinale anteriore) e LLP (legamento longitudinale posteriore) all'osso conduce ad una reazione periostale con la formazione

di osteofiti. L'aumento di volume di questi legamenti può portare alla compressione delle strutture adiacenti.

## **RADICOLOPATIA**

Nella degenerazione dei dischi intervertebrali possono essere coinvolte le radici dei nervi spinali. Si distinguono quattro fattori biomeccanici che possono provocare la compressione delle radici: ernie discali acute, ernie discali acute con spondilosi, compressione subacute causate da osteofiti e radicolopatie croniche.

I siti tipici della compressione comprendono la regione di passaggio al di sopra del disco intervertebrale, nel forame intervertebrale e nell'area paravertebrale adiacente al forame neurale esterno. La compressione del nervo può accadere con compressioni statiche da "soft disc hernation". Soft disc hernation è riferito a compressioni extradurali da materiale appartenente all'anello fibroso o al nucleo polposo, ed è una delle principali cause di radicolopatia acuta. I disturbi acuti sono più frequenti nelle persone giovani rispetto alle persone anziane; la rottura acuta del disco conduce ad una manifestazione di sintomi immeditata e con un'alta intensità. Secondo uno studio effettuato da Valeve Debois. Md, Richard Hertz et al nel 1999 basato sulla valutazione della relazione tra la severità dei sintomi, il diametro sagittale trasverso del canale vertebrale e il diametro dell'ernia, conclude sostenendo che la severità dei sintomi neurologici che accompagnano la soft disc hernation è inversamente proporzionale al diametro sagittale del canale vertebrale, del forame intervertebrale. Quindi i pazienti affetti da soft disc hernation hanno una significativa riduzione di questi spazi. Le radici più coinvolte secondo Tanaka et al 2000 sono C6 – C7 perché i forami tendono ad essere più piccoli e il plesso più voluminoso. Stookey descrive tre patterns morfologici di erniazione: intraforaminale, ventrolaterale e mediana. L'erniazione intraforaminale causa più frequentemente disturbi di tipo sensitivo rispetto a quelli motori con parestesie, iperestesia e iperalgesia al collo, spalla e ai dermatomeri riferiti alla radice coinvolta. Nella compressione ventrolaterale i sintomi motori sono predominanti come la riduzione del tono, atrofia e debolezza muscolare. Le larghe ernazioni

mediane producono sintomi mielopatici e raramente sono associati con una compressione radicolare.

Il nucleo polposo del tratto cervicale rappresenta il 15% del volume totale del disco, inoltre, come abbiamo già visto, esso va incontro a un processo fibrotico diventando quasi indistinguibile intorno alla terza decade d'età. Per cui, la compressione che si viene a creare sulle strutture nervose è data maggiormente da materiale dell'anello fibroso che è alla base di una debolezza del LLP. L'erniazione del materiale nucleare, avendo il nucleo un volume così limitato, difficilmente darà sintomi di compressione midollare, ma è sufficiente per causare radicolopatie.

Nelle radicolopatie spondilogene la compressione delle radici nervose è mediata dalla formazione di ernie discali dure. Un'ernia discale dura è caratterizzata dalla protrusione di una formazione osteofitaria nel forame, attraverso le faccette e le articolazioni uncovertebrali, che causano maggiormente radicolopatie di tipo croniche tipiche delle perone anziane. Come accade nella degenerazione discale, l'ipertrofia dei processi uncinati compromette la porzione ventrolaterale del forame; l'ipertrofia delle faccette riduce, invece, lo spazio dorsolaterale del forame. La compressione cronica del nervo provoca cambiamenti strutturali nel nervo stesso. La compressione prolungata del sistema vascolare periarticolare porta ad un processo ischemico inducendo un'alterazione della fisiologia intraneurale portando a processi di demielizzazione, degenerazione delle fibre, atrofia delle cellule della radice del ganglio dorsale, prominenti cambiamenti venosi e fibrosi.

I sintomi tipici della radicolopatia sono:

- rigidità del tratto cervicale
- comparsa di dolore

aumenta con attività, a risveglio la mattina, con l'estensione del collo, con starnuto, tosse o sforzi.

- localizzazione del dolore

irradiazione nella spalla e radiazione lungo la distribuzione del nervo

-alterazione della sensibilità nella zona di distribuzione del nervo colpito

- deficit di forza dei muscoli chiave
- riflessi osteotendinei ridotti.

## **CONCLUSIONE:**

In considerazione delle caratteristiche anatomiche e biomeccaniche, e dei cambiamenti chimico – morfologici relativi all'anello fibroso e al nucleo polposo del tratto cervicale, possiamo evidenziare le differenze relative ai disturbi degenerativi e la loro manifestazione rispetto al tratto lombare.

La colonna cervicale è dotata, rispetto agli altri distretti di maggior movimento, per cui, è soggetta maggiormente a processi degenerativi. Il range di movimento maggiore è situato al livello delle vertebre C5 – C6 che in genere sono le più colpite, seguite da C6 – C7 e C4 – C5.

Le alterazioni degenerative che caratterizzano il tratto cervicale sono diverse dal tratto lombare. Nel tratto lombare è più comune il prolusso franco discale, mentre nel cervicale è meno comune, in quanto il legamento longitudinale posteriore è tre volte più robusto e, se si manifesta, non prima dell'età di 45 anni. Nel tratto cervicale troviamo più comunemente cambiamenti degenerativi in forma di: sclerosi, collasso del disco, bulging dell'anello fibroso e formazioni osteofitarie. Considerando le caratteristiche del nucleo polposo e i suoi cambiamenti morfologici durante lo sviluppo, trasformandosi in materiale fibroso dall'età di 9-14 anni, fino a quasi scomparire nella terza decade di età, possiamo affermare che nel tratto cervicale non incontriamo vere e proprie ernie discali, ma bulging, cioè, un ispessimento delle fibre dell'anello fibroso che comprimono le strutture adiacenti, in quanto il materiale del nucleo polposo è in percentuale minore (15 %) rispetto agli altri distretti, ed è meno ricco di acqua con maggior componente di fibre collagene. Questa problematica, detta soft disc herniation, coinvolge maggiormente persone giovani ed è a carattere acuto, alla cui base vi è una debolezza del legamento del LLP che porta problematiche di tipo radicolare. Nelle persone più anziane abbiamo problematiche di tipo cronico, caratterizzate da erniazioni dure cioè dalla formazione di osteofiti (e non da materiale del nucleo polposo) che possono più o meno comprimere le strutture nervose.

## **BIBLIOGRAFIA:**

- Giles and Singer 1998 Vol. 3 : Clinical anatomy and management of cervical spine pain. Chapters 1-2
- Di Geoffrey Douglas Maitland, Braian Corrigan: Vertebral musculoskeletal disorders. Chapter 14
- Narayan Yoganandan, Ph.D., Stephanie A. Knowles, M.S., Dennis J. Maiman, M.D., Ph.D., and Frank A. Pintar, Ph.D.: **Anatomic Study of the Morphology of Human Cervical Facet Joint** SPINE Volume 28, Number 20, pp 2317–2323 ©2003, Li
- JOHN E. SCOTT<sup>1</sup>, TIMOTHY R. BOSWORTH<sup>1</sup>, ALISON M. CRIBB<sup>1</sup>, AND JAMES R. TAYLOR<sup>2</sup>: The chemical morphology of age-related changes in human intervertebral disc glycosaminoglycans from cervical, thoracic and lumbar nucleus pulposus and annulus fibrosus J. Anat. (1994) 184, pp. 73-82,
- Peter J. Roughley, PhD : **Biology of Intervertebral Disc Aging and Degeneration.** SPINE Volume 29, Number 23, pp 2691–2699 ©2004, Lippincott
- Jill PG Urban<sup>1</sup> and Sally Roberts<sup>2</sup>: **Degeneration of the intervertebral disc** **Arthritis Research & Therapy** Vol 5 No 3
- Srirangam Kumaresan a, Narayan Yoganandan <sup>1</sup>, Frank A. Pintar Dennis J. Maiman a, Vijay K. Goel : Contribution of disc degeneration to osteophyte formation in the cervical spine: a biomechanical investigation Journal of Orthopaedic Research 19 (3001) 9777984
- P. N. SAMBROOK, A. J. MACGREGOR, and T. D. SPECTOR: GENETIC INFLUENCES ON CERVICAL AND LUMBAR DISC DEGENERATION ARTHRITIS & RHEUMATISM Vol. 42, No. 2, February 1999, pp 366–372 © 1999, American College of Rheumatology

- Susan Mercer, B Pty (Hons), MSc, PhD,\* and Nikolai Bogduk, MD, PhD, DSc, FAFRM†: **The Ligaments and Anulus Fibrosus of Human Adult Cervical Intervertebral Discs** SPINE Volume 24, Number 7, pp 619–628 ©1999, Lippincott
- Jack P. Callaghan 1, Stuart M. McGill: Intervertebral disc herniation: studies on a porcine model exposed to highly repetitive flexion/extension motion with compressive force Clinical Biomechanics 16 (2001) 28±37
- Nobuhiro Tanaka, MD,\* Yoshinori Fujimoto, MD, PhD,\* Howard S. An, MD,†Yoshikazu Ikuta, MD, PhD,\* and Mineo Yasuda, MD, PhD‡ **The Anatomic Relation Among the Nerve Roots, Intervertebral Foramina, and Intervertebral Discs of the Cervical Spine** SPINE Volume 25, Number 3, pp 286–291 ©2000,
- Yong-Jun Wang, MD, PhD,\*† Qi Shi, MD,\* W. W. Lu, PhD,‡ K. C. M. Cheung, PhD,‡ Chong-Jian Zhou, MD, PhD,\* Quan Zhou, MD,\* Zhi-jun Hu, MD, PhD,\* Mei Liu, MD,\* Qin Bian, MD,\* Chen-Guang Li, MD,\* K. D. K. Luk, MD, PhD,‡ and J. C. Y. Leong, MD‡: **Cervical Intervertebral Disc Degeneration Induced by Unbalanced Dynamic and Static Forces: A Novel *In Vivo* Rat Model** SPINE Volume 31, Number 14, pp 1532–1538©2006, Lippincott
- Bruce m. McCormack, MD, and Phillip R Weinstein, MD: Cervical Spondylosis. West J Med 1996
- Valere Debois, MD, Richard Herz, Msc, MD, PhD, Dirkberghmans, MD, Benedict Hermans, MD, and Patrick Herregots : Soft cervical Disc Herniation. Spine Vol. 24, Number 19 , pp 1996-2000 (1999)

