

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**



**FACULTAD DE MEDICINA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO
GRUPO CT SCANNER. HOSPITAL SANTA FE
ENFERMEDAD DEGENERATIVA DISCAL DE LA COLUMNA
VERTEBRAL LUMBAR Y HERNIAS DISCALES.**

TESIS PARA OBTENER EL TITULO
DE MEDICO ESPECIALISTA EN:
RADIOLOGÍA E IMAGEN

PRESENTA:
DRA. DELIA MARIBEL GONZALEZ TORRES.



ASESOR:
DR. SERGIO FERNANDEZ TAPIA

MEXICO, D. F.

JUNIO

2009



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DR. JOSE MANUEL CARDOSO RAMÓN
DIRECTOR GENERAL

PROFESOR TITULAR UNAM.

DR. SERGIO FERNANDEZ TAPIA
PROFESOR ADJUNTO

DR. DAVID ESTEVEZ ANCIRA
**JEFE DEL DEPARTAMENTO DE ENSEÑANZA E
INVESTIGACIÓN HOSPITAL SANTA FE.**

DR. SERGIO FERNANDEZ TAPIA
ASESOR DE LA TESIS

- **Objetivo general:** Valorar la evolución por imagen de resonancia magnética de los cambios en la osteocondrosis intervertebral.

- **Objetivo particular:** conocer la importancia de la resonancia magnética para el diagnóstico preciso de la patología de la columna lumbar.

Material y métodos

- **Aspectos metodológicos**

A) Tipo de estudio: estudio descriptivo, no experimental, y del tipo transaccional y correlacional.

B) Determinación de las fuentes de recolección del estudio: fuentes primarias: se analizaron las imágenes de Resonancia Magnética de la región lumbosacra en los pacientes de CT Scanner de México.

Se evaluaron pacientes de CT Scanner de México del año 2008 con un resonador GE (General electric) de 1.5 tesla con el siguiente protocolo secuencia sagital T1, T2, densidad de protones y efecto mielográfico. Axial T1 y T2. Coronal T1. T2 y efecto mielográfico.

DEDICATORIA

A mis padres, a mis hermanos, a mis maestros y amigos que marcaron una etapa importante en la formación de mi especialidad en radiología.

Al pasado, al presente y al futuro de lo mejor de mi vida.

INDICE

Objetivo

Objetivos generales

Objetivos particulares

Material y métodos

Aspectos metodológicos

Determinación de las fuentes de recolección

Embriología de la columna vertebral y medula espinal.....	1
Anatomía de la columna lumbar.....	2
Ligamentos de la columna lumbar.....	4
Nervios espinales y su emergencia.....	6
Irrigación sanguínea de la columna vertebral.....	8
Anatomía y bioquímica del disco intervertebral.....	9
Enfermedad degenerativa discal.....	10
Estadios progresivos de la osteocondrosis intervertebral.....	11
Fisiopatología de la osteocondrosis intervertebral.....	11
Fenómeno de vacío.....	18
Enfermedad degenerativa facetaría.....	21
Nódulos de Schmorl.....	24
Cambios Modic.....	25
Hernia discal.....	27
Conclusión.....	37
Bibliografía.....	38

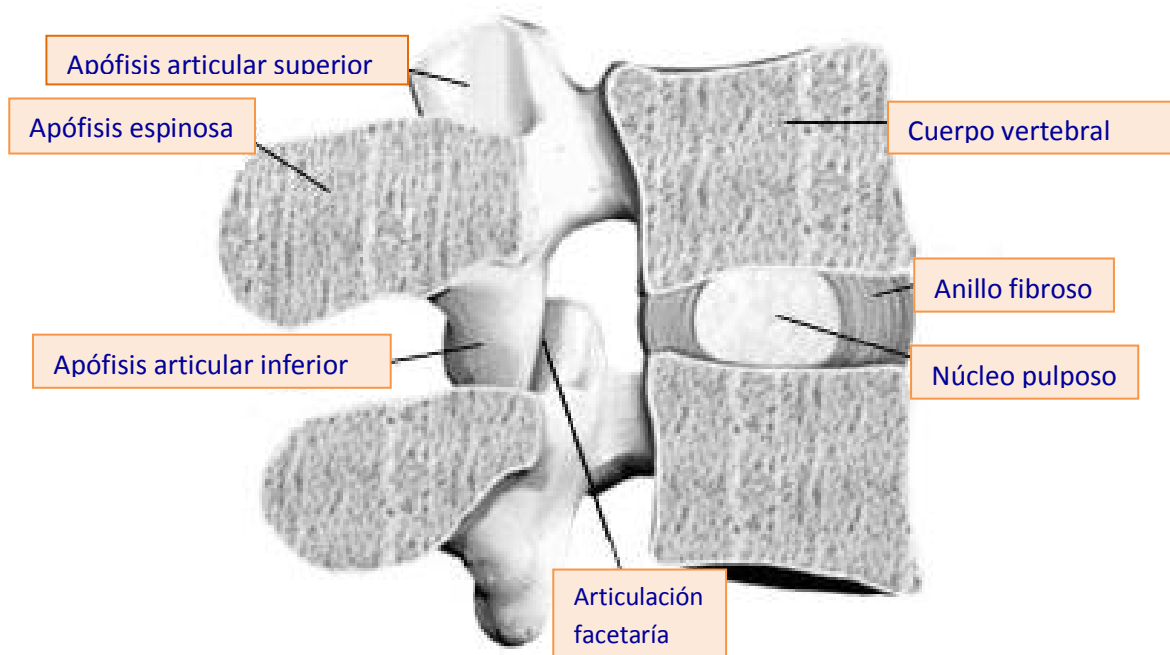
EMBRIOLOGIA DE LA COLUMNA VERTEBRAL Y MEDULA ESPINAL.

El embrión humano está formado por un disco bilaminar. En la segunda semana de vida embrionaria aparece la placa neural en la cara dorsal del disco, aproximadamente a los 18 días de gestación. La placa neural se invagina y forma el surco neural, las partes laterales de este surco aumentan de grosor y proliferan formando elevaciones pares denominadas pliegues neurales, estos bordes se pliegan en sentido medial, uno hacia otro, para finalmente establecer contacto entre si y cerrarse sobre el surco neural y formar el tubo neural mediante un proceso de neurulización. (1)

El tubo neural se divide del ectodermo superficial a través del mecanismo de separación. La desunión puede ser prematura o tardía. En la desunión prematura hay elementos ectodérmicos pluripotenciales secuestrados dentro del tubo neural los cuales pueden dar origen a masas anormales a estos niveles. En la desunión tardía se forma una adherencia que se extiende desde el ectodermo superficial hasta el tubo neural, en este grupo de anomalías hay una comunicación entre el tubo neural y la piel. El tubo neural sigue su formación y da origen a la medula espinal, al mismo tiempo la notocorda también estimula la formación y crecimiento de las somitas, estas se encuentran localizadas a cada lado del tubo neural y se diferencian entre dermatomitos y esclerotomos

Los dermatomiotomos dan origen a la piel vecina, a la columna vertebral y a los músculos prevertebrales. Los esclerotomos dan origen a las vertebrae. La notocorda involuciona y sus remanentes forman el núcleo pulposos de los discos intervertebrales.(2)

ANATOMIA DE LA COLUMNA LUMBAR.



La vertebra esta formada por tres núcleos de osificación, uno representa el cuerpo vertebral y los otros dos la masa apofisiaria de cada lado

El cuerpo vertebral es la porción anterior con mayor masa del hueso, que otorga la fortaleza a la columna vertebral y soporta el peso del cuerpo.

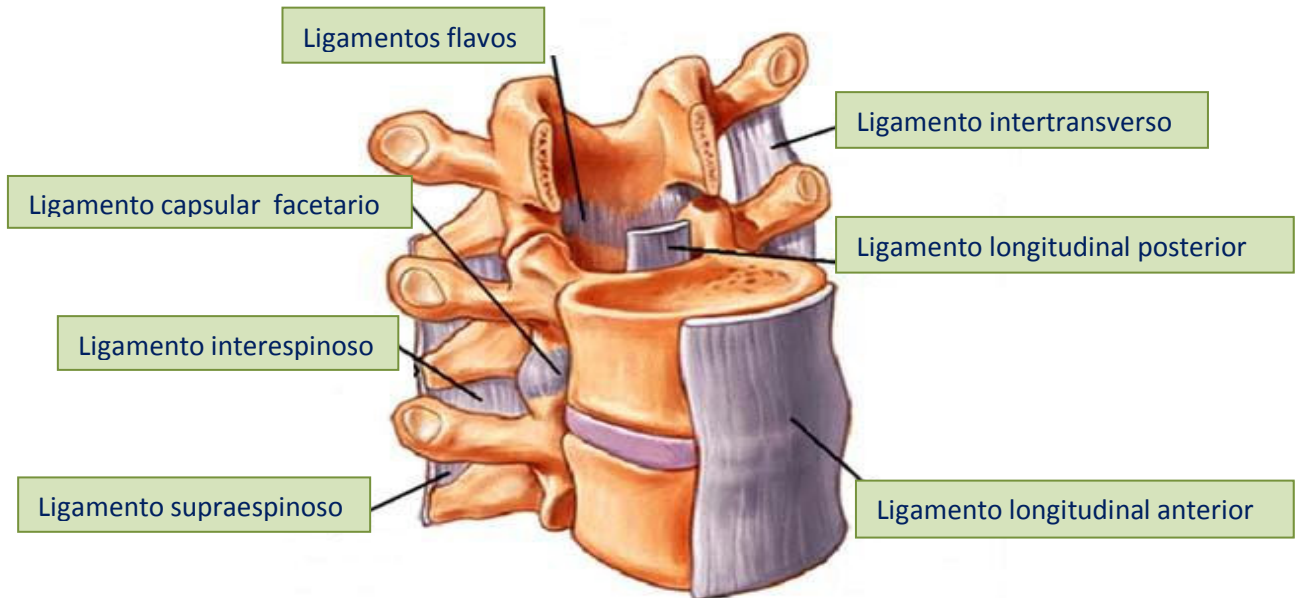
De la masa apofisiaria emergen siete apófisis:

Dos apófisis transversas que se proyectan posterolateralmente a partir de las uniones entre los pedículos y las láminas.

Cuatro apófisis articulares, dos superiores y dos inferiores que también nacen en las uniones entre los pedículos y las laminas.

Una apófisis espinosa que se proyecta en sentido posterior desde el arco vertebral en la unión de las laminas y se superpone con la vertebra siguiente.(3)

Ligamentos de la columna lumbar:



Ligamento longitudinal anterior: se extiende desde la porción basilar del occipital y recorre la cara anterior de los cuerpos vertebrales y discos intervertebrales hasta el sacro superior, se adhiere firmemente a la cara anterior de los cuerpos vertebrales.

Ligamento longitudinal posterior: se extiende a lo largo de la cara posterior de los cuerpos vertebrales, desde el cuerpo del axis hasta el sacro. Se adhiere firmemente a los discos intervertebrales; las venas basivertebrales emergentes lo separan de los cuerpos vertebrales. Se continua hacia arriba con el ligamento

occipitoaxoideo (membrana tectoria), desde la cara posterior del cuerpo del axis hasta el borde anterior del agujero magno.

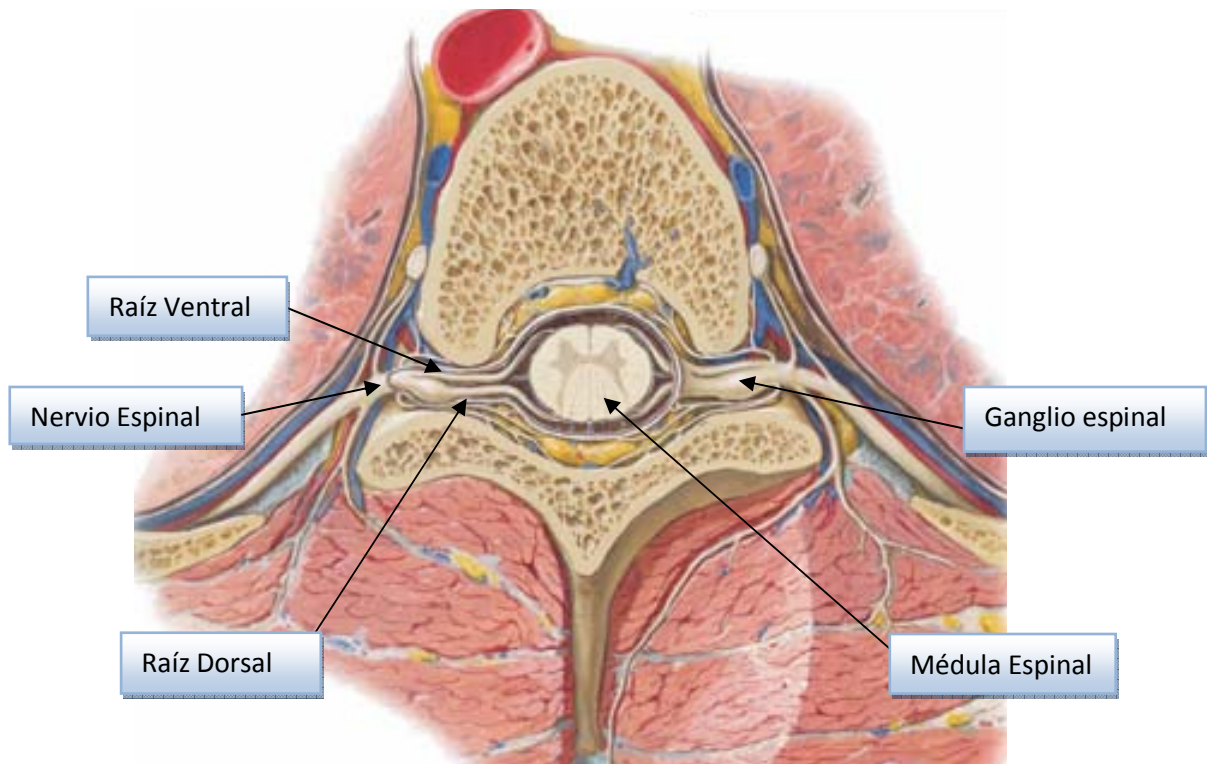
Ligamento supraespinoso: se adhiere a los extremos de las apófisis espinosas, desde la séptima vértebra cervical hasta el sacro.

Ligamentos flavos o amarillos: unen las láminas vertebrales, discurren por la cara anterior de una lámina y llegan a la cara posterior de la lámina inferior, el color amarillo que los caracteriza se debe a su alto contenido de tejido elástico. Son los únicos ligamentos relevantes; en flexión se estiran, sin originar pliegues en la extensión, evitando lesiones en la duramadre.

Ligamentos intertransversos: son ligamentos relativamente débiles, conectan las apófisis transversas adyacentes.

Ligamentos interespinosos: conectan las apófisis espinosas de las vertebrales adyacentes. (4)

Dibujo anatómico que muestra los nervios espinales y ganglios y su emergencia desde la médula espinal.(5)



Nervios: son cordones blancos que enlazan las diferentes partes del organismo con el sistema nervioso central.

Nervios espinales: son los nervios relacionados con la medula espinal, todos estos nervios están dispuestos simétricamente a una y otra parte del eje nervioso central por pares. Existen 31 pares de nervios espinales que se dividen según la región en la cual aparecen.

Cada nervio espinal se desprende de la medula por medio de dos raíces: una anterior motora y otra posterior sensitiva. Las fibras de la raíz anterior son cilindroejes de células situadas en el asta anterior de la sustancia gris de la medula, aquí la conducción es celulifuga y también centrifuga puesto que se efectúa desde el centro nervioso hacia la periferia. La raíz posterior presenta en su trayecto un abultamiento ganglionar, el ganglio espinal. Las fibras de la raíz posterior son prolongaciones de las células nerviosas contenidas en este ganglio, estas células tienen una prolongación que se divide en forma de "T" una de sus ramas se orienta hacia la periferia y es la prolongación protoplásmica, el otro penetra en la medula y es el cilindroeje.

La prolongación protoplásmica, celulipeta, transmite la impresión recibida en la periferia al cilindroeje, celulifuga, que la conduce a los centros nerviosos. Así constituidas las raíces anterior y posterior se unen en un tronco común, el nervio espinal, que sale del conducto vertebral por el agujero intervertebral correspondiente, como raíz sensitiva y motora.

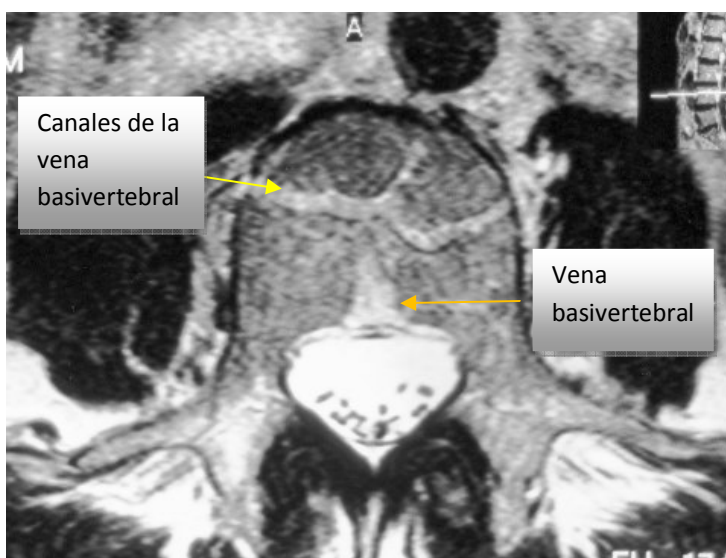
Al salir del agujero intervertebral el nervio espinal da una de las dos raíces del nervio meníngeo (es un ramo nervioso destinado al contenido del conducto vertebral y a la columna vertebral, está formado por dos raíces: una se desprende del nervio espinal antes de su división en sus dos ramos anterior y posterior; la otra procede del tronco simpático, directamente o por medio de un ramo comunicante), y se divide en dos ramos uno anterior y otro posterior. El ramo

posterior se distribuye en la piel y en los músculos de la parte dorsal o posterior del cuerpo; el ramo anterior inerva los tegumentos y los músculos de la parte anterior o ventral.(6)

Irrigación sanguínea de la columna vertebral.

Los cuerpos vertebrales y estructuras asociadas están irrigados por la arteria cervical ascendente y por las arterias segmentarias intercostales y lumbares.

El drenaje venoso de los cuerpos vertebrales se realiza mediante las venas basivertebrales que emergen de la superficie posterior del cuerpo y drenan en el plexo venoso vertebral interno, que a su vez drena en las venas segmentarias. Estas largas venas carentes de válvulas permiten el reflujó de sangre procedente de otras vísceras a los cuerpos vertebrales, constituyendo una vía potencial de extensión de procesos patológicos. (6).



ANATOMIA Y BIOQUIMICA DEL DISCO INTERVERTEBRAL

- El espacio intervertebral está compuesto por tres partes:
 - a) Platillo cartilaginoso
 - b) Anillo fibroso
 - c) Núcleo pulposo

El platillo cartilaginoso está compuesto de cartílago hialino que cubre la superficie superior e inferior del cuerpo vertebral, juega un papel muy importante como interface metabólica y biomecánica entre el cuerpo vertebral y el núcleo pulposo y al nacimiento el platillo cartilaginoso contiene numerosos vasos sanguíneos, en el adulto es avascular. El anulus fibroso sirve como la capsula limitante del núcleo pulposo, sus fibras de colágeno son cortas y proveen mayor fuerza anterior y posterior. Está compuesto por fibras de colágeno tipo I que se encuentran en el anulus y tipo II que se localizan en el anillo interno y núcleo pulposo. La fuerza tensil del anulus es atribuido a las fibras de colágeno tipo I encontradas en tendones e igualmente en el cuerpo vertebral. Las fibras de colágeno tipo II se encuentran en el anillo interno y en el núcleo pulposo, proveen protección compresiva y son abundantes en cartílago articular hialino en las superficies donde las fuerzas compresivas son mayores. El anulus es un conjunto de fibras circulares que se insertan en la parte superior e inferior del cuerpo vertebral en el sitio de fusión epifisaria llamadas fibras de Sharpey. que están unidas a los ligamentos longitudinales anterior y posterior. El objetivo es resistir la tensión

inducida por las cargas axiales del disco así como el estrés en los movimientos de flexión y extensión. Los proteoglicanos y el colágeno son los mayores constituyentes de la composición macromolecular del núcleo pulposo y del anulus fibroso.

El núcleo es más rico en proteoglicanos que el anulus. (condroitin 4 y 6 sulfato, keratan sulfato y ácido hialurónico). Las propiedades hidrostáticas del disco se derivan de su alto estado de hidratación. (7)

a) Núcleo = 85 – 90% de agua

b) Anulus = 80 % de agua.

ENFERMEDAD DEGENERATIVA DISCAL

- La enfermedad degenerativa del disco continúa siendo la principal causa de incapacidad funcional en ambos sexos e inhabilidad crónica.(11)
- El disco intervertebral tiene como función amortiguar las fuerzas de transmisión y choque aplicadas en la columna (vectores)
- Durante los primeros años de vida, esta perfecta disposición permite que las fuerzas verticales en la columna vertebral se conviertan en fuerzas horizontales y que puedan ser disipadas radialmente.

- Con la degeneración del disco las fuerzas verticales ya no se difunden horizontalmente. En el proceso de degeneración el disco progresivamente se vuelve más fibroso y desorganizado, con un estadio final representado por fibrocartílago amorfo que condiciona pobre diferenciación entre el núcleo pulposos y el anulus fibroso.(7)

ESTADIOS PROGRESIVOS DE OSTEOCONDROSIS INTERVERTEBRAL

- ⊙ La alteración inicial de la osteocondrosis intervertebral consiste en:
 - a) Alargamiento del núcleo pulposos.
 - b) Degeneración del platillo cartilaginoso.
 - c) Deshidratación
 - d) Disminución del espacio discal.

FISIOPATOLOGIA DE LA OSTEOCONDROSIS INTERVERTEBRAL.

La osteocondrosis intervertebral es el proceso de envejecimiento del disco intervertebral, da lugar a la deshidratación y pérdida de elasticidad tisular sobre todo en el núcleo pulposos, de la cual se desconoce la causa.

Se observan también cambios en el anillo cartilaginoso y en el platillo de cartílago hialino. Los cambios en el núcleo pulposos, tienen un aspecto seco y friable en

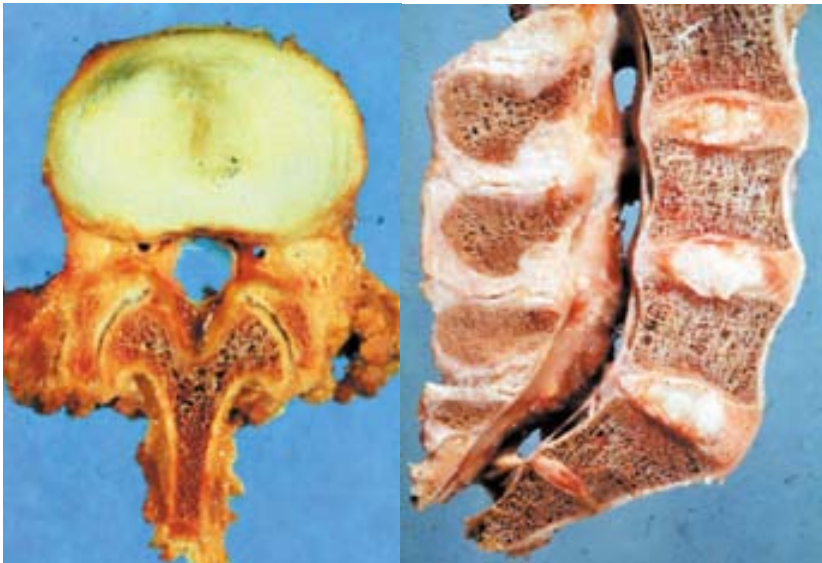
relación con la pérdida de agua y proteoglicanos, aparecen grietas que se extienden de modo oblicuo o transverso desde el núcleo al anillo fibroso.

A medida que progresa la osteocondrosis intervertebral las grietas aumentan de tamaño afectando al núcleo pulposos, al anillo fibroso y el disco intervertebral disminuye en altura.

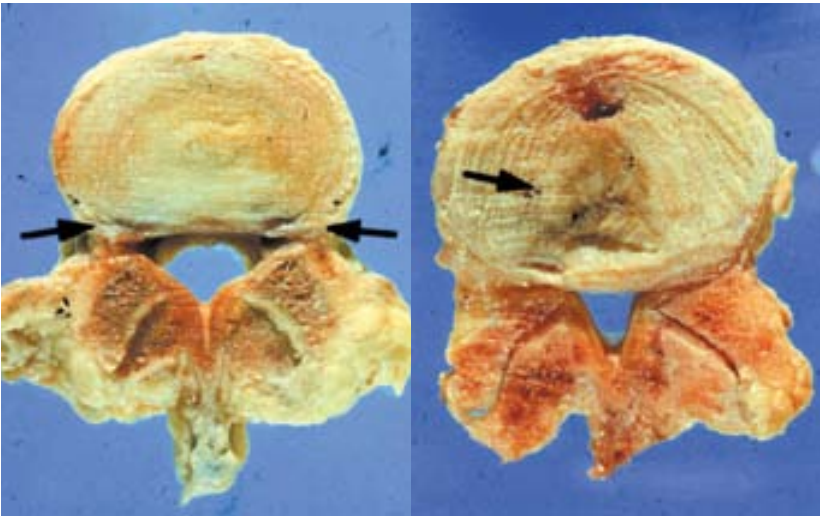
Los platillos cartilagosos ponen de manifiesto la degeneración concomitante, radiológicamente hay disminución del espacio discal y esclerosis ósea. (4)

Estadios progresivos de la osteocondrosis intervertebral demostrado en cortes macroscópicos. (22)

1. Disco Intervertebral normal. Corte macroscópico axial y sagital.



- Alteraciones tempranas de osteocondrosis intervertebral, presencia de grietas, que aumentan de tamaño en el interior del núcleo pulposos, degeneración del platillo cartilaginoso y pérdida de la altura del disco intervertebral. Imágenes axiales.



- Las grietas aparecen tanto en el núcleo pulposos como en el anillo fibroso. Los cambios degenerativos del platillo cartilaginoso han progresado y se manifiestan como una mayor disminución del espacio discal y esclerosis reactiva en los cuerpos vertebrales adyacentes.(4)



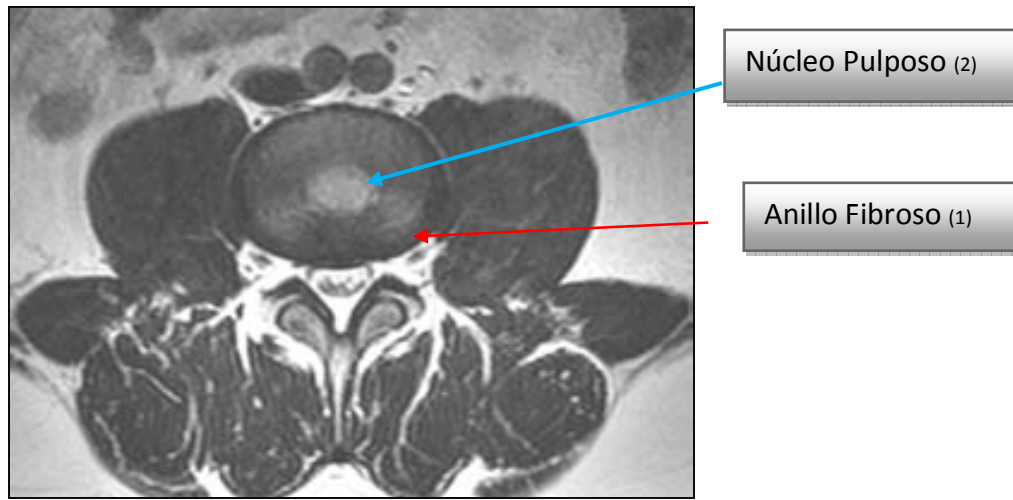
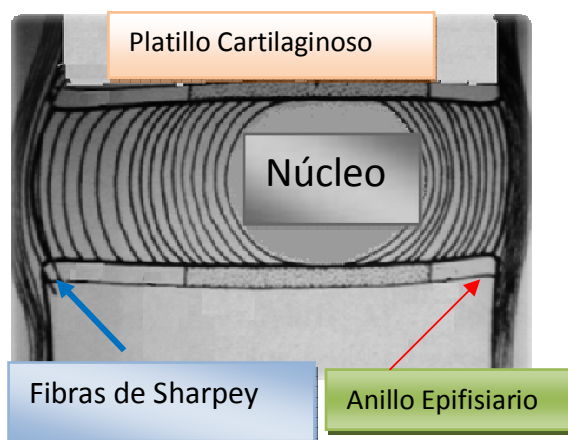


Imagen axial de resonancia magnética en secuencia T2

1. Fibras periféricas que constituyen el anillo fibroso
2. En el centro se observa el núcleo pulposo.

Dibujo en plano sagital que demuestra los componentes del disco intervertebral



La etiología de la degeneración discal es imprecisa. Se han descrito múltiples factores que la pueden desarrollar como el autoinmune, el genético, la reabsorción, los trastornos biomecánicos y la propia inmunología del colágeno.(15)

Se ha establecido que la disrupción anular es un factor crítico en la degeneración discal, cuando se desarrolla un desgarro radial en el anulus, hay disminución con desorganización del cartílago fibroso, del núcleo pulposo y reemplazo del disco por tejido fibroso denso con espacios quísticos. Los desgarros anulares o fisuras anulares, son separaciones entre fibras, avulsión de fibras de la inserción del cuerpo vertebral o ruptura directamente de fibras que se extienden de manera radial, transversa o concéntrica e involucran una o varias capas de las lamelas anulares. (9)(17)

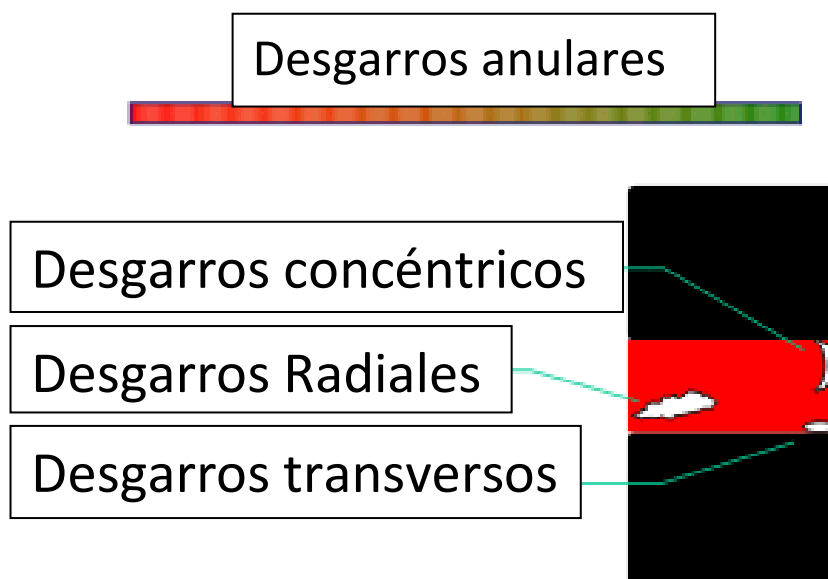
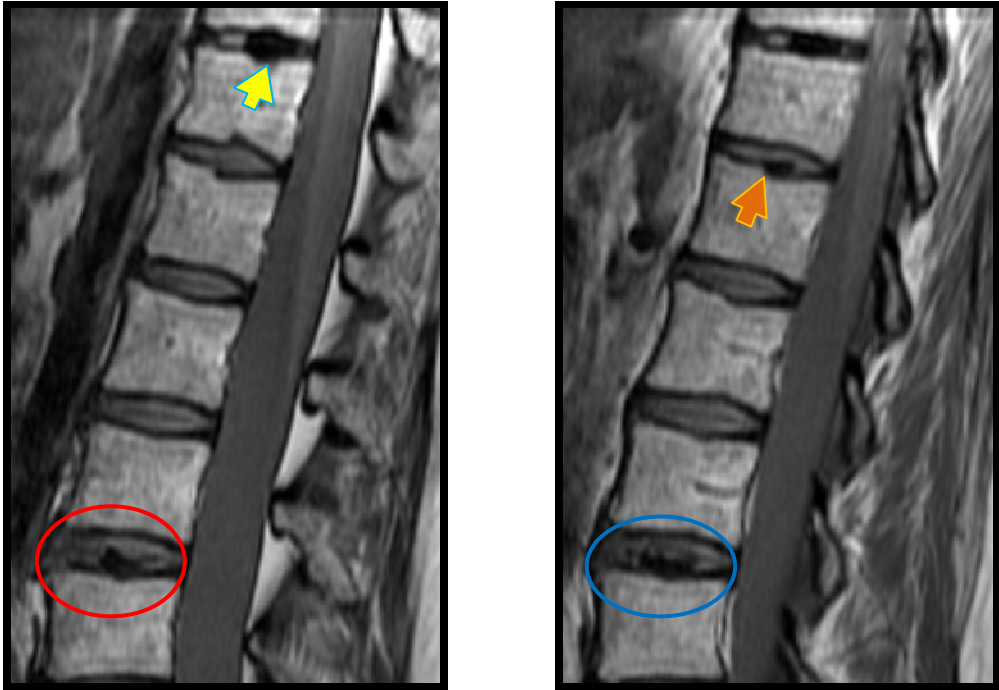
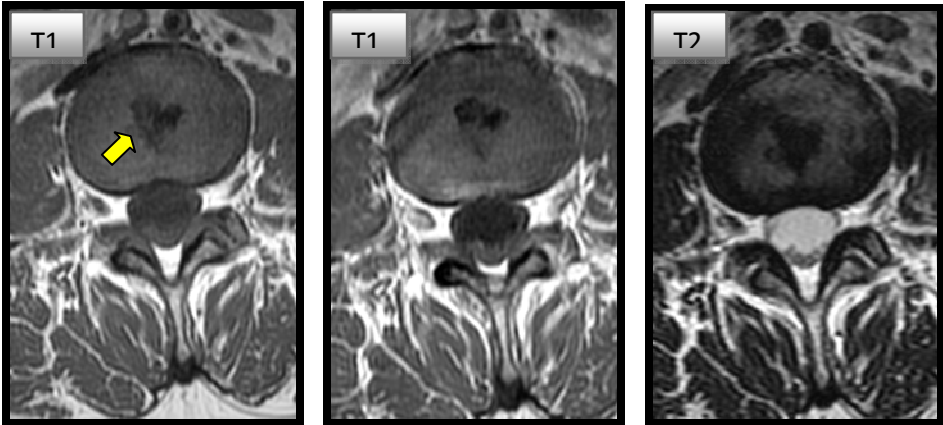


Ilustración que muestra la disposición de los desgarros anulares en el interior del disco intervertebral

- Fisuras concéntricas cortes sagitales de resonancia magnética



- Fisuras concéntricas, cortes axiales de resonancia magnética



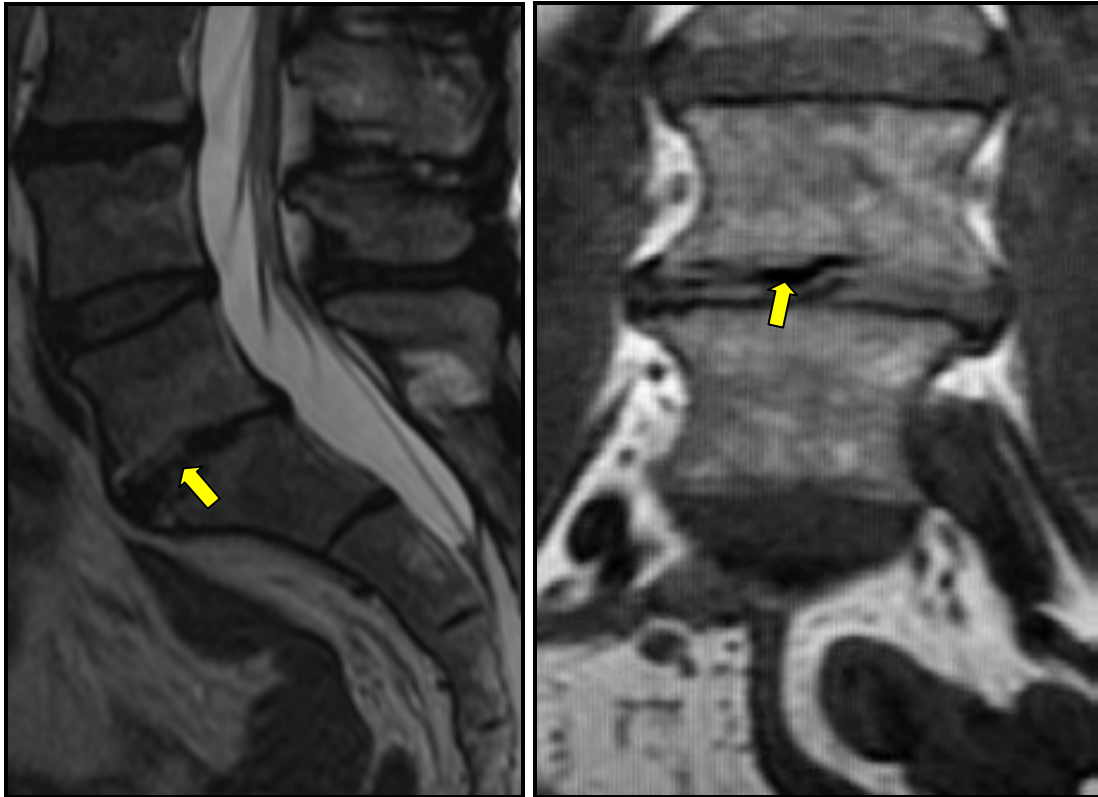
Fenómeno de Vacío.

Knutsson en 1942 fue el primero en observar el fenómeno de vacío y degeneración discal un hallazgo que en ocasiones se denomina como signo de Knutsson, hizo hincapié en las variaciones de la apariencia de las sombras radiolúcidas que son creadas por los cambios durante los movimientos de flexión y extensión. Las colecciones de gas que corresponden con fisuras dentro del nucleó son relativamente fáciles de visualizar durante los estudios patológico-radiográficos de la columna vertebral. Este hecho explica la configuración lineal o ramificada del área radioluciente que es común en esta enfermedad.

El fenómeno de vacío puede aparecer centralmente en el disco intervertebral o estar localizado cerca de la placa ósea subcondral o bien ocurrir en ambos lugares y se extienden en dirección anterior, posterior o lateral. Las áreas radiolucientes son observadas también en el anulus fibroso.(10)

El fenómeno de vacío se define radiológicamente como una área de marcada radiolucencia, las colecciones de gas pueden ser encontradas en varios sitios, predominantemente en áreas de presión negativa producida por el espacio anormal del disco intervertebral, degeneración articular facetaria, relación con quistes sinoviales y en relación con otras patologías como colapso vertebral y espondilitis deformante. (8)(9)

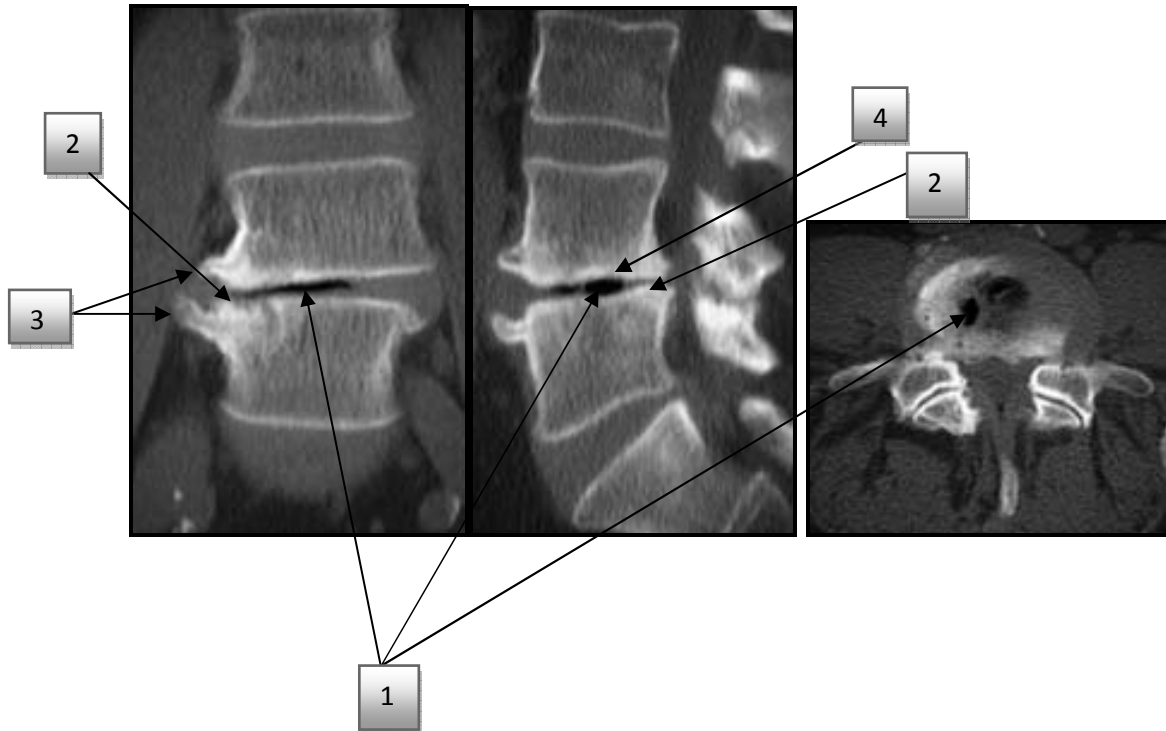
Resonancia magnética: sagital y coronal se observa imagen hipointensa en relación a fenómeno de vacío.



Tomografía computada multicorte con reconstrucción sagital, coronal y axial que muestra:

- 1) Fenómeno de vacío.
- 2) Disminución en la altura del disco intervertebral.
- 3) Osteofitos marginales.
- 4) Esclerosis subcondral.

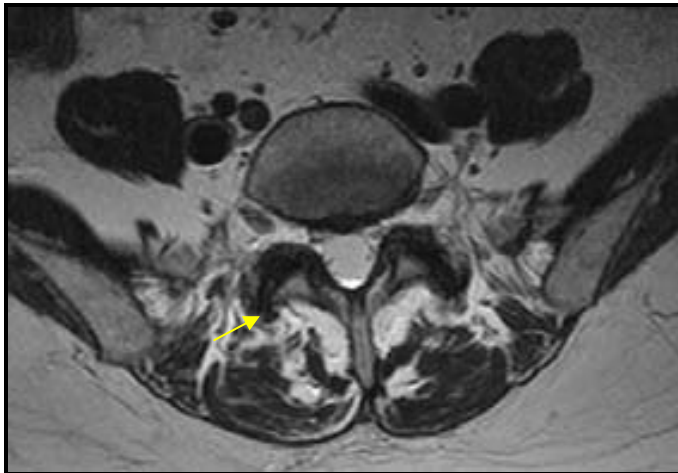
Imagen de TC en la que se correlacionan las flechas y los números con los hallazgos de espondiloartropatía degenerativa.



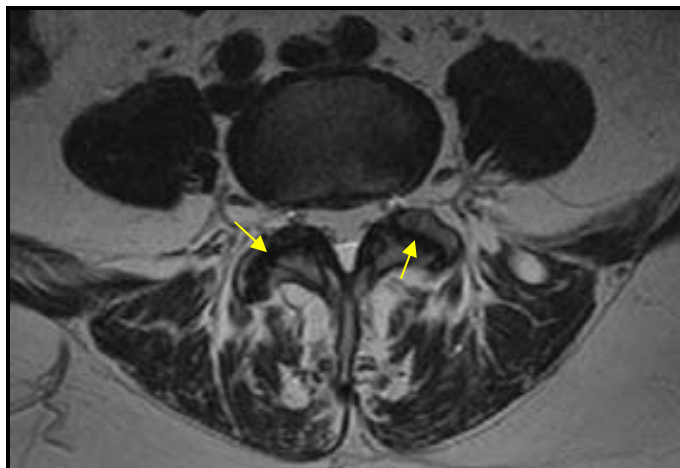
Enfermedad Degenerativa Facetaria

La degeneración discal produce disminución en la altura del espacio Intervertebral lo que condiciona asimetría de las articulaciones facetarias y por tanto enfermedad articular degenerativa.(7)(8)

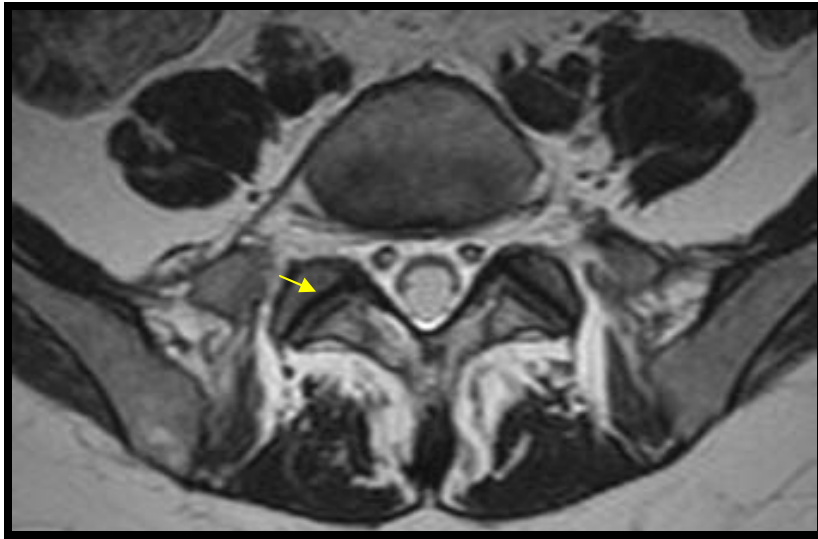
- OSTEOFITOS MARGINALES



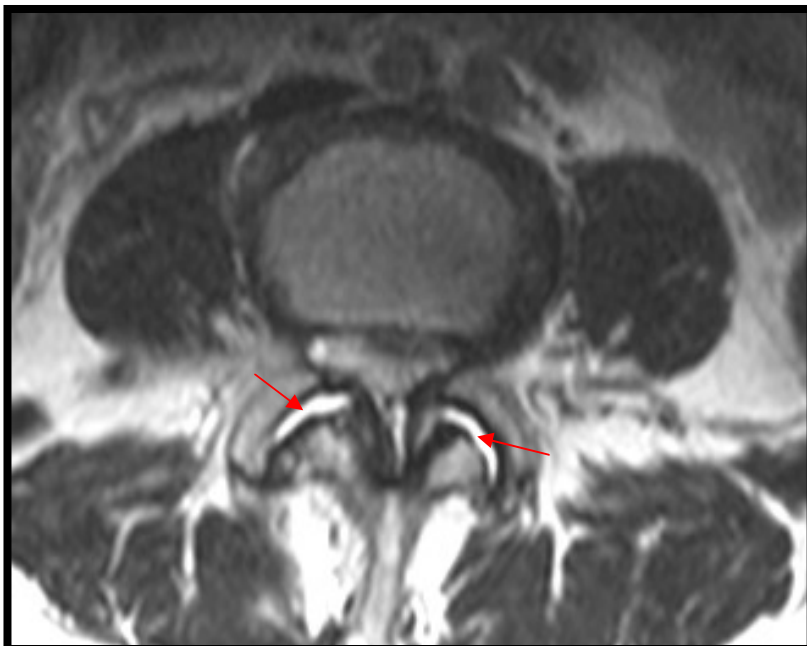
- ASIMETRIA DEL ESPACIO ARTICULAR



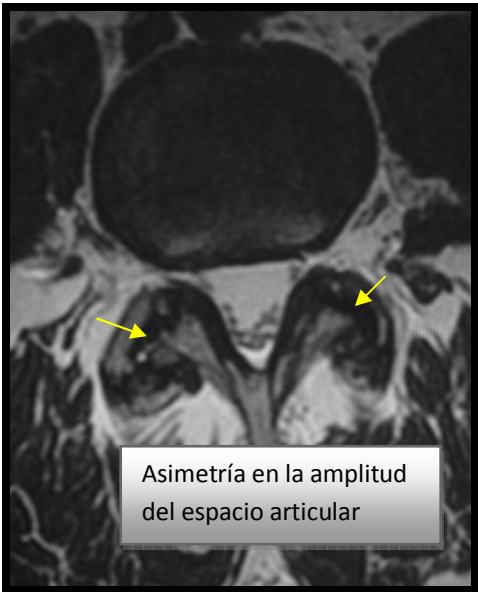
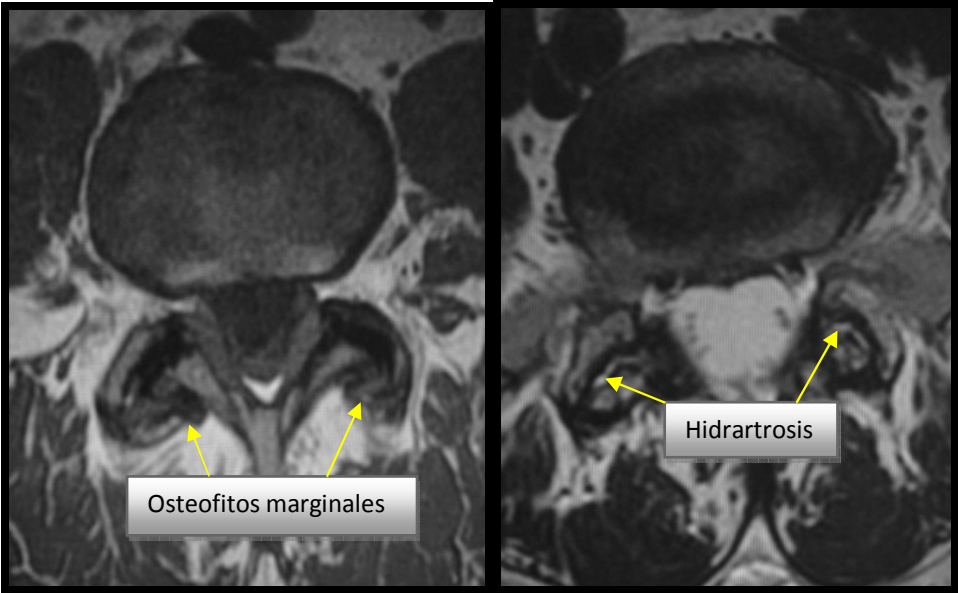
- ESCLEROSIS SUBCONDRA



- HÍDRARTROSIS



Imágenes obtenidas con tiempo de relajación T1 y T2, en las que se observa:



NODULOS DE SCHMORL.- representan herniación del núcleo pulposo dentro del cuerpo vertebral son comunes en la columna vertebral lumbar.(10)(13)

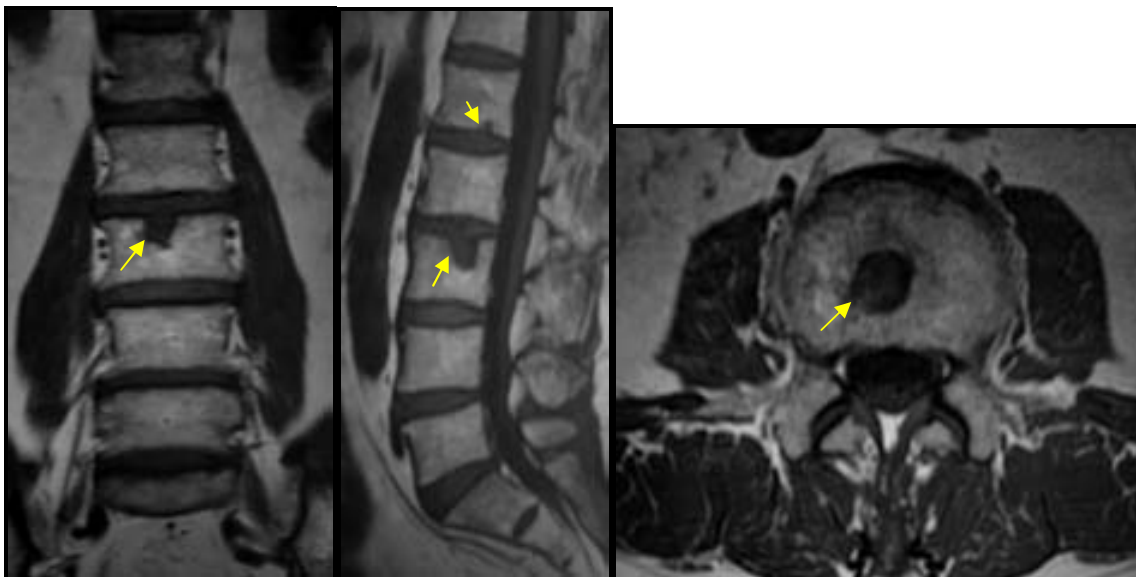
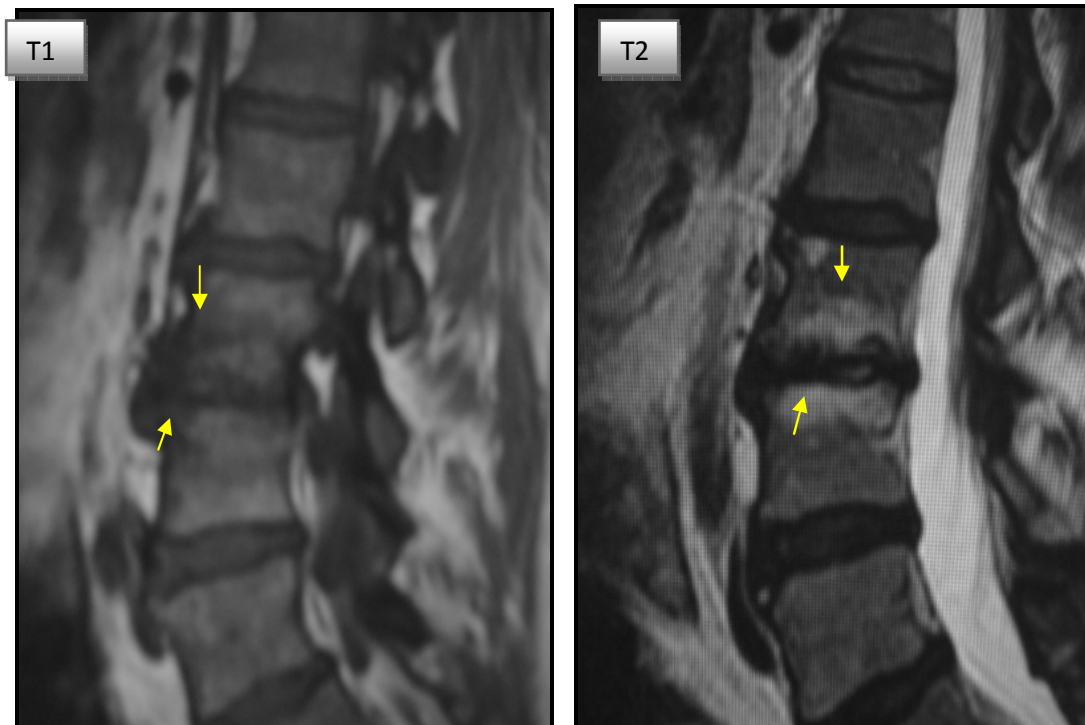


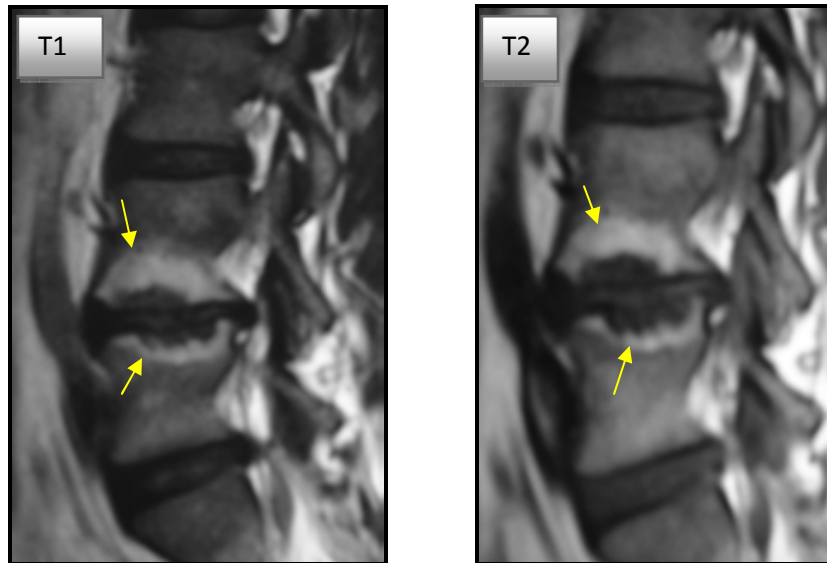
Imagen coronal, sagital y axial de resonancia magnetica en secuencias T1, en donde se aprecian los nodulos de schmorl

CAMBIOS MODIC.- La enfermedad degenerativa discal se acompaña de cambios en la intensidad de señal de la medula ósea adyacente a los platillos llamados cambios Modic, son tres tipos:(9)(19)

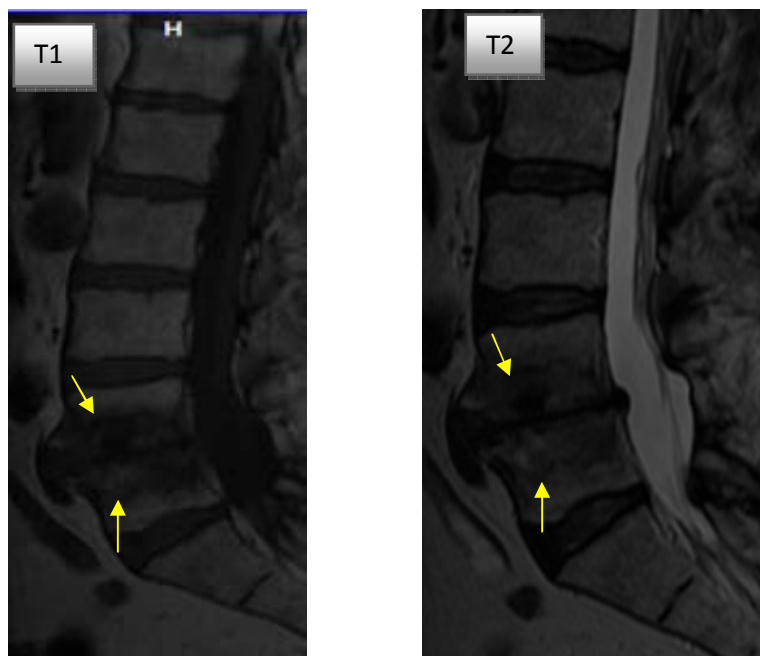
Tipo I representa edema, se manifiesta como hipointensidad en las secuencias T1 e hiperintensidad en T2.



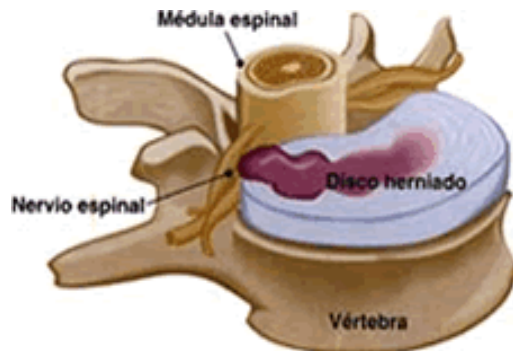
Tipo II representa recambio óseo, se manifiesta por hiperintensidad en T1 y en T2.



Tipo III representan cambios escleróticos se manifiestan por hipointensidad en T1 y en T2.



HERNIA DISCAL



Definición: este término hace mención a extensión focal del núcleo pulposo más allá del margen del disco.(4)(9)

Clasificación:

- a) Disco normal: indica que no hay extensión del disco mas allá del interespacio.

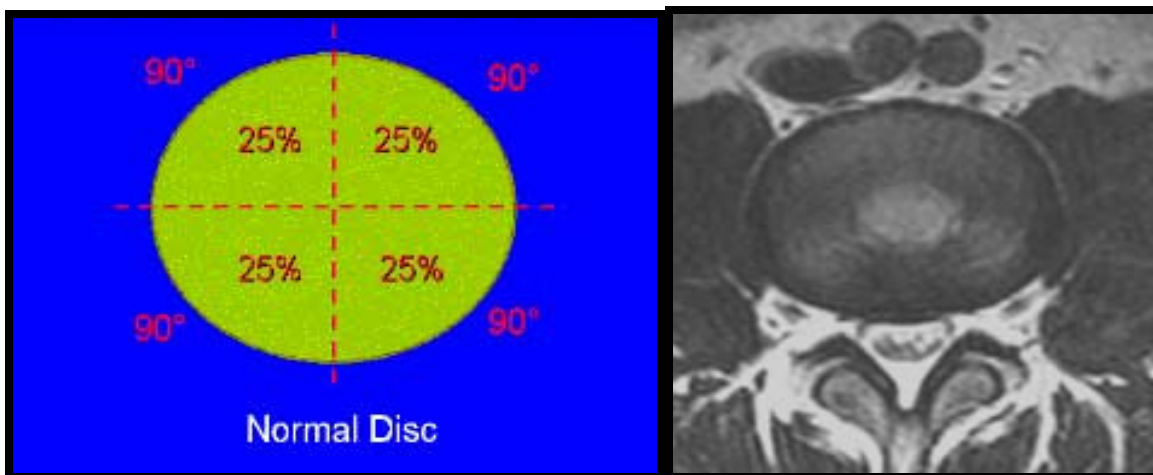
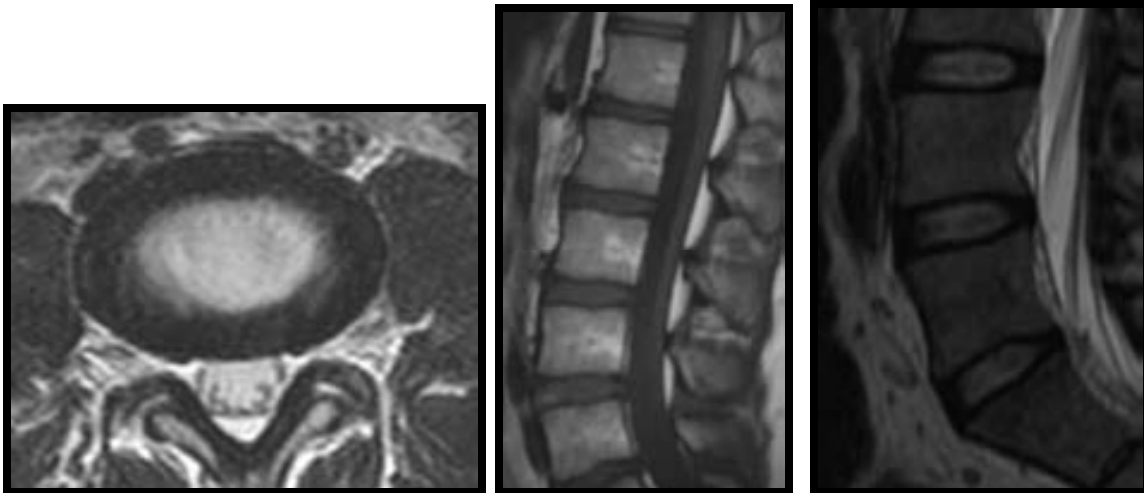


Imagen axial de resonancia magnetica, en secuencia T2, se observa integridad del anillo fibroso (hipointenso, periferico) y en el centro adecuada hidratacion del núcleo pulposo.

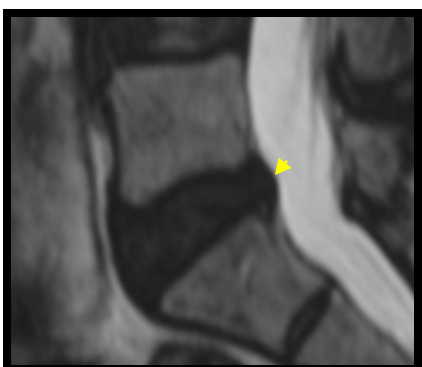
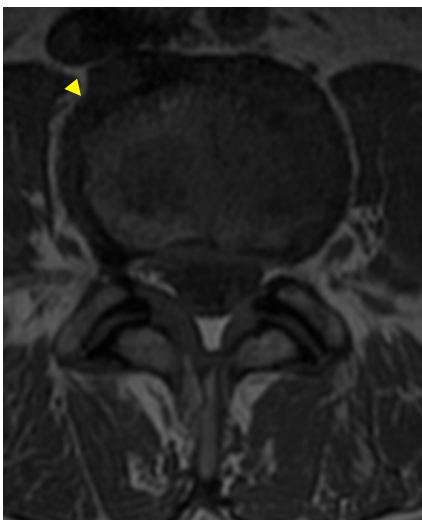
Disco intervertebral normal, secuencias T2 axial y T1 y T2 sagital de resonancia magnetica.



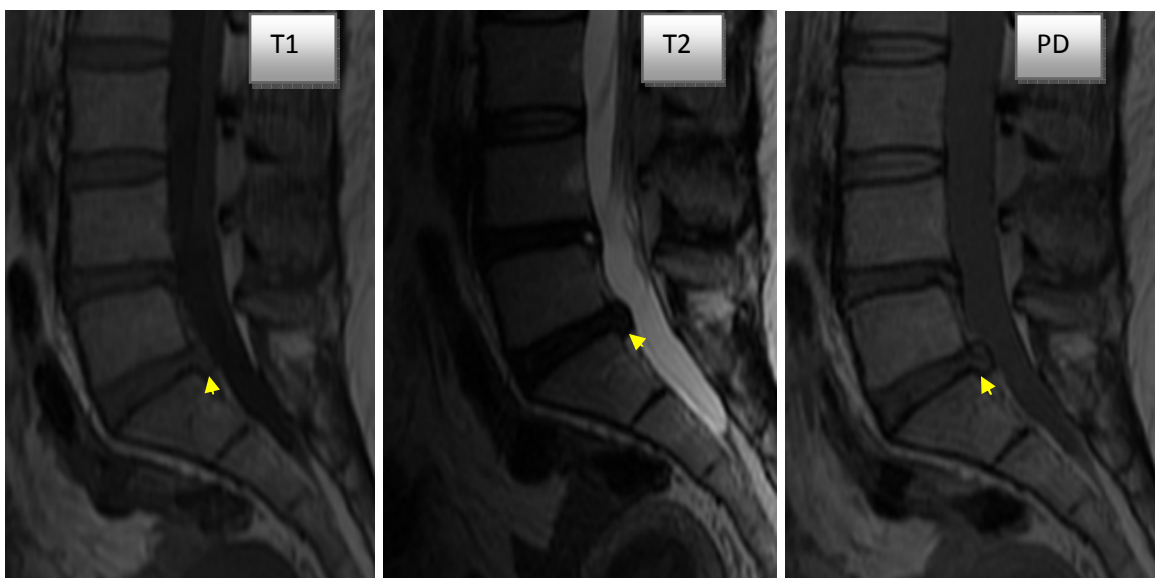
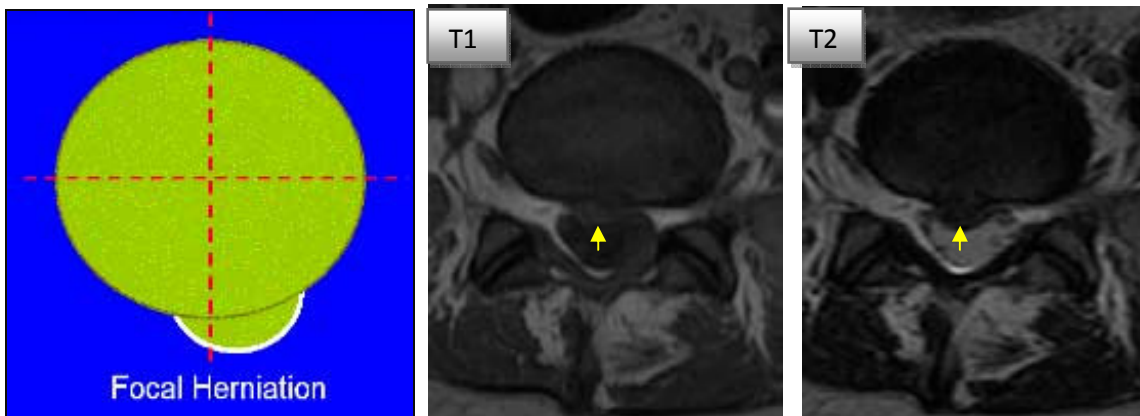
b) Abombamiento discal: el disco sobresale circunferencialmente de forma concéntrica sobrepasando el borde vertebral.

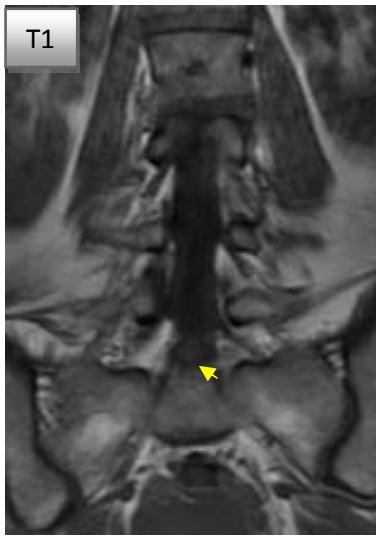


Resonancia magnetica, cortes axiales y sagitales en secuencias T1 y T2, que demuestran la presencia de abombamiento discal multidireccional.

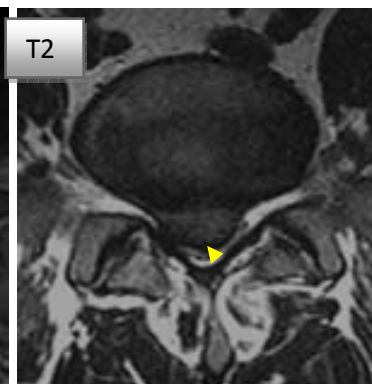
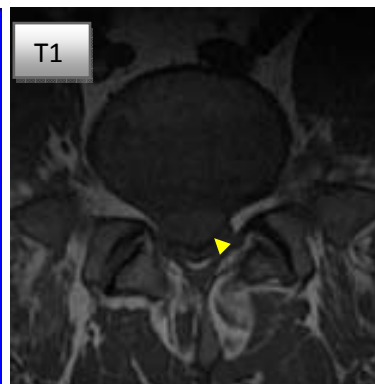
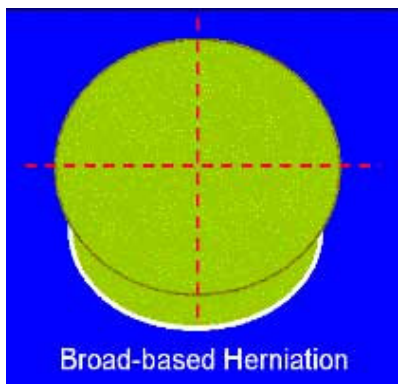


c) Protrusión: hay extensión focal más allá del interespacio, el núcleo sobresale focalmente del margen vertebral pero permanece contenido bajo el complejo formado por el ligamento anular exterior y el ligamento longitudinal posterior que se encuentra intacto.



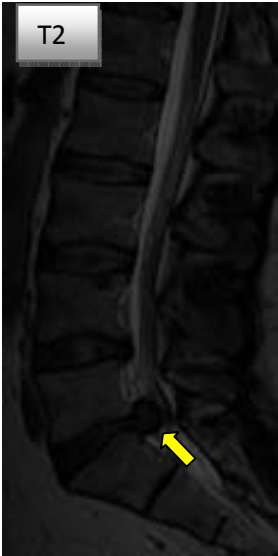


d) Extrusión: el material anular atraviesa completamente el anillo externo hasta el espacio epidural, es una extensión focal con la base mas angosta que el diámetro del material extruido.

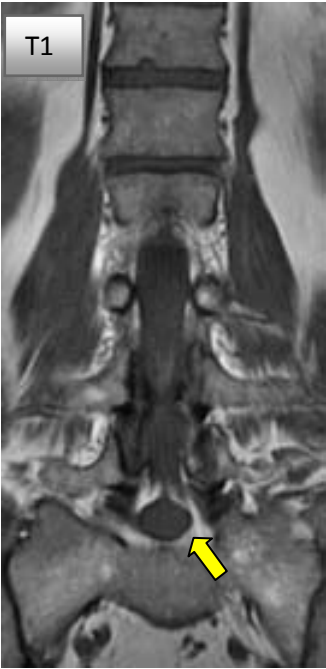


Secuencias en corte axial de resonancia magnetica T1 y T2, se demuestra el disco extruido hacia el espacio epidural.

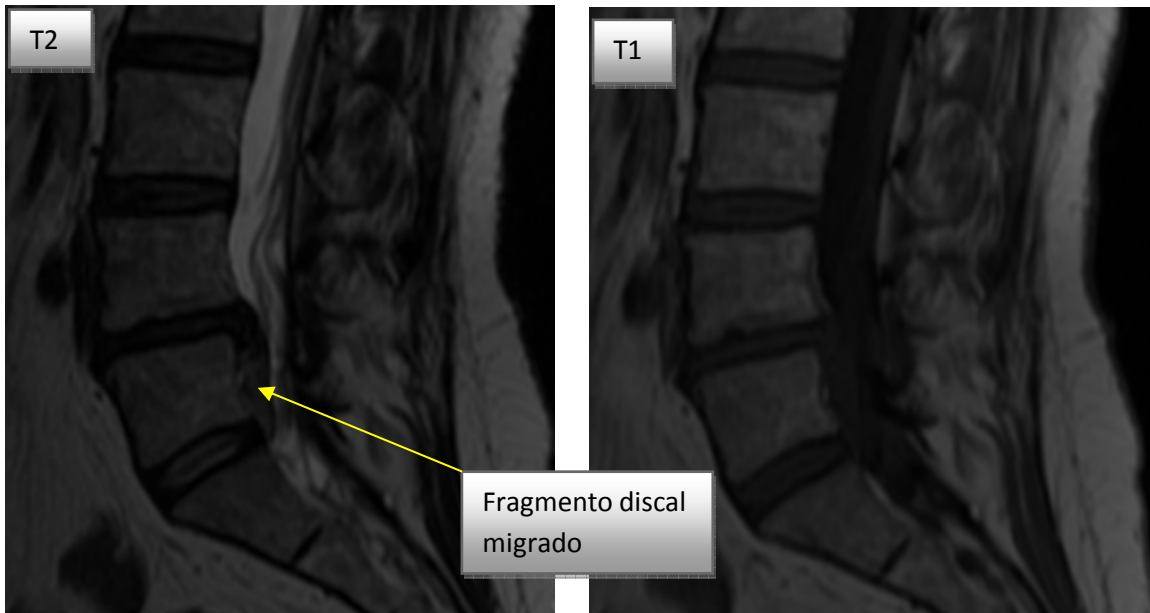
Resonancia magnetica en proyeccion sagital en donde se demuestra la presencia de disco extruido, la base es mas angosta que el diametro del material extruido.



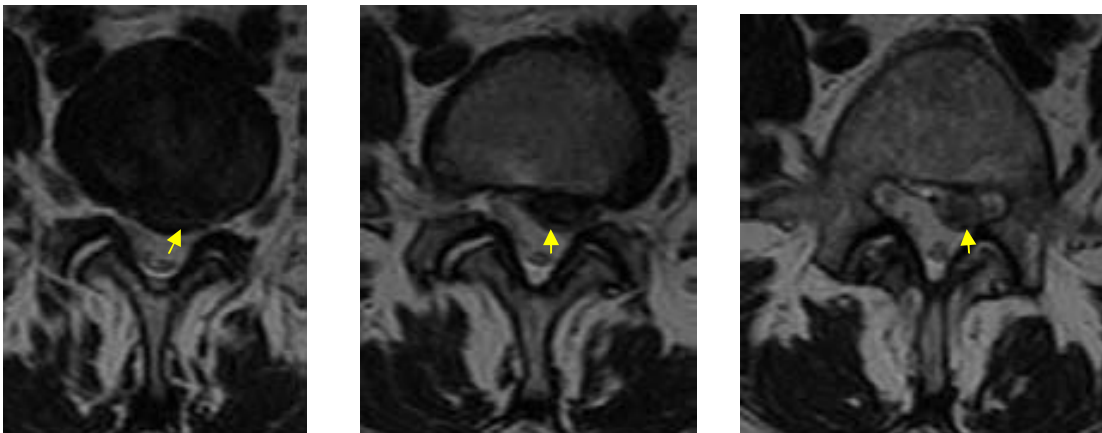
Secuencias en corte coronal con proyección del disco hacia el canal espinal

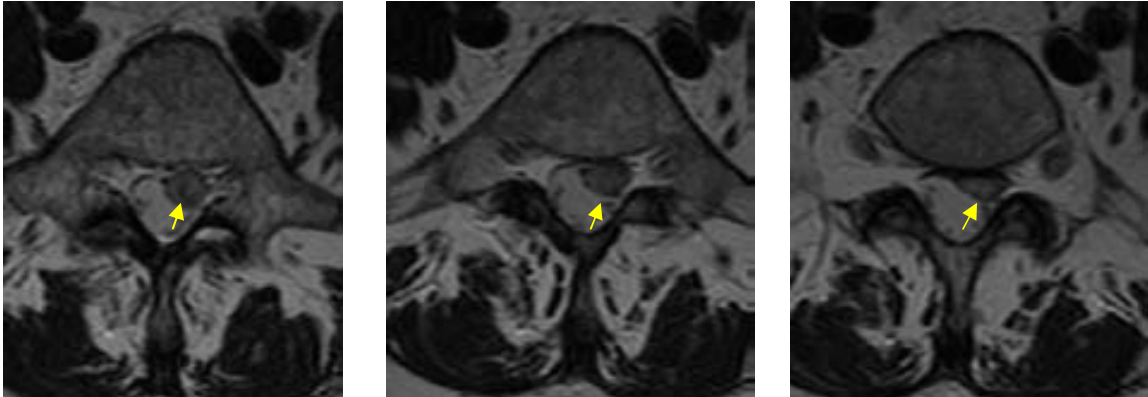


Secuestro: es un tipo específico de extrusión en el que hay un fragmento de disco libre que ha migrado del espacio discal y no tiene conexión con el disco de origen.

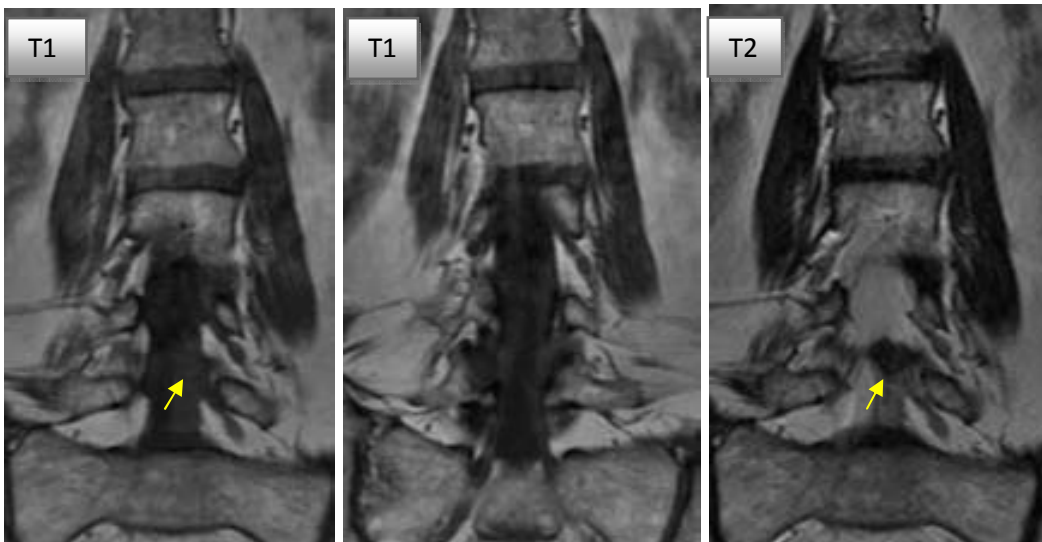


Imágenes axiales de resonancia magnética en secuencias T2 en donde se observa el fragmento secuestrado, con migración cefálica.





Secuencias en corte coronal, se observa el fragmento secuestrado con migración caudal, que comprime a la raíz L5 izquierda.



Los abombamientos y protrusiones generalmente se presentan en pacientes asintomáticos, debido a que el material herniado se extiende a través del desgarramiento

del anillo interno, pero no a través de las fibras anulares externas, las imágenes axiales son mejores para demostrar los cambios focales del contorno del margen discal posterior.

En un disco extruido el material discal se extiende a través de todas las capas del anillo y produce una masa extradural que a menudo comprime la parte anterior del saco dural.

Los discos extruidos pueden extenderse por encima o por debajo del disco intervertebral, en la línea media o con mayor frecuencia posterolateralmente hacia el receso lateral.(20)

Un secuestro o fragmento libre representa material discal que ya no está en continuidad con el disco de origen, puede estar adyacente a este o migrar craneal o caudalmente en el conducto espinal. A menudo los secuestros están rodeados por inflamación que contribuye al efecto de masa epidural.

En resonancia magnética el plano sagital es el ideal para la valoración del margen discal posterior, del complejo formado por el ligamento longitudinal posterior y la interface con la parte anterior del saco dural.

Cuando hay hernias discales es importante valorar la estenosis foraminal y la compresión de las raíces nerviosas.

La mayoría de las hernias discales tienen intensidad de señal baja en T1 y T2 aun que los discos de morfología normal pueden estar deshidratados sin que haya una hernia asociada.

Las hernias laterales del disco pueden borrar la grasa del agujero intervertebral con intensidad de señal alta sin afectar el saco dural y las hernias de disco grandes y posterolaterales pueden afectar tanto el saco dural como a las raíces nerviosas emergentes.(21)

- **CONCLUSION:** La resonancia magnética es el estudio idóneo para el análisis de los cambios de la osteocondrosis intervertebral en sus diferentes fases.

BIBLIOGRAFIA

- 1- Anne G. Osborn. Neurorradiología, capítulo 1, página 3-8
- 2- Dr. Fernández Tapia. Dr. Boleaga, Dr. Javier Beltrán. Colección radiología e imagen diagnóstica y terapéutica. Musculoesquelético columna vertebral y esqueleto apendicular
- 3- Keith L. Moore. Arthur F. Dalley. Anatomía con orientación clínica. Cuarta edición. Lipicott William&Wilkins. Ed panamericana. Páginas: 445-446.
- 4- Donald Resnick, MD, Mark J. Kransdorf, MD. Huesos y articulaciones en imágenes radiológicas. Tercera edición.
- 5- Illustrations by Frank H Netter, MD, John A. Craig, MD, James Perkins, MS. Atlas of Neuroanatomy and neurophysiology. Pág 24.
- 6- H. Rouviere A. Delmas. Anatomía Humana descriptiva topográfica y funcional. Tomo I cabeza y cuello 10ª edición
- 7- Michael T. Modic,MD, Thomas J, Masaryk, MD, Jeffrey S. Ross, MD. State of art. Imaging of degenerative disk disease, Radiology 1988; 168:177-186
- 8- Pierre F. Lafforgue, MD. Christophe J. Chagnaud, MD. Intervertebral disk vacuum phenomenon secondary to vertebral collapse: prevalence and significance. Radiology 1994; 193:853-85.
- 9- Michael T. Modic,MD, Jeffrey S. Ross,MD. Lumbar Degenerative Disk Disease. *Radiology*2007; 245: 43-59

- 10-Resnick & Niwayama. Diagnosis of bone and joint disorders. Volumen 3, Capitulo 44 Degenerative Disease of the spine Páginas 1489-1491. Second edition. 1988.
- 11-Christian W. A. Pfirrmann, MD and Donald Resnick, MD. Schmorl nodes of the thoracic and lumbar spine: Radiographic-pathologic study of prevalence, characterization and correlation with degenerative changes of 1650 spinal levels in 100 cadavers Radiology 2001;219:368-374
- 12-Michael N. Brant-Zawadzki, MD. Steven C. Dennis, MD. George F. Gade MD. What the clinician wants to know. Low Back Pain. Radiology 2000;217:321-330
- 13-Tadeusz W. Stadnik, MD. Roland R. Lee, MD, Hugo L. Coen, MD Annular Tears and disk herniation: prevalence and contrast enhancement on MR images in the absence of low back pain or sciatica. Radiology 1998;206:49-55.
- 14-Minna O. Erkintalo, MD. Jouko J. Salminen, MD. Anu M. Alanen, MD. Development of degenerative Changes in the lumbar intervertebral disk: results of a prospective MR imaging study in adolescents with and without low back pain. Radiology 1995;196:529-533
- 15-Alessandro Bozzao, MD. Massimo Galluci, MD. Carlo Masciocchi, MD. Lumbar disk herniation: MR imaging assesment of natural history in patients treated without surgery. Radiology 1992;185:135-141

- 16-Jaro Karppinen, MD. Eija Pääkkö, MD. PhD. Petteri Passilta, MD.
Radiologic phenotypes in lumbar MR imaging for a gene defect in the COL9A3 gene of type IX collagen. *Radiology* 2003;227:143-148
- 17-Nicolas Grenier, MD. Robert I. Grossman, MD. Mark L. Schiebler, MD.
Degenerative lumbar disk disease:pitfalls and usefulness of MR imaging in detection of vacuum phenomenon. *Radiology* 1987;164:861-865
- 18-Jun Aoki, MD. Itsuo Yamamoto, MD. Nobuyasu Kitamura, MD. End plate of the discovertebral joint: degenerative change in the elderly adult. *Radiology* 1987;164:411-414.
- 19-Dieter Schellinger, MD. Herbert J. Manz, MD. Branislav Vidic, SD. Disk fragment migration. *Radiology* 1990;175:831-836
- 20-Gebhard Schmid, MD. Andreas Witteler, Roland Willburger, MD. Lumbar disk herniation: correlation of histologic findings with marrow signal intensity changes in vertebral endplates at MR imaging. *Radiology* 2004; 231:352-358.
- 21-David Malfair, Douglas P. Beall, MD. Division of Radiology, University of California San Francisco. *Imaging the Degenerative Diseases of the Lumbar Spine. Magn Reson Imaging Clin N Am* 15 (2007) 221–238
- 22-Scott D. Haldeman. MD, William H. Kirkaldy-Willis. MD, Thomas N. Bernard, Jr. MD, *The encyclopedia of visual medicine series an atlas of back pain.* Págs 15, 28, 29. The Parthenon Publishing Group.