

Dña. Mercedes Medina Manuel
2015



UNIVERSIDAD DE MURCIA

Facultad de Medicina

DEPARTAMENTO DE CIRUGÍA, PEDIATRÍA, OBSTETRICIA Y GINECOLOGÍA

Nueva clasificación numérica de las alteraciones degenerativas de la columna lumbar.

Estudio interobservador.

Presentado por MERCEDES MEDINA MANUEL

Director: Manuel Medina Quirós

Agradecimientos

A mi padre.

A mi marido.

A mi hijo Marco, coautor de esta tesis.

Es difícil plantear una tesis cuando se es madre trabajadora. En mi caso, con cuatro hijos, la posibilidad de sacar esta tesis adelante se me hacía casi inalcanzable.

Pero el proyecto me parecía interesante. Creía que el sistema que habíamos ideado verdaderamente podía marcar un antes y un después en la forma de comunicarnos con respecto a las alteraciones de columna. Creía y creo que plantea muchísimas posibilidades, y que puede ayudar tanto a clínicos como a investigadores.

Además, para mí es un honor poder trabajar con mi padre y que sea el director de mi tesis.

Y por eso lo hice. Por eso me aventuré.

De la experiencia puedo concluir solamente cosas buenas; He aprendido a investigar, a organizar los conocimientos que poseo, a realizar búsquedas exhaustivas en la literatura, a sacar tiempo de donde no hay, a concentrarme en medio de niños que corren, juegan y te enseñan los deberes para que se los corrijas...

Pero sobre todo he aprendido que no estoy sola.

Durante estos años, han sido muchos los que me han tendido la mano.

En especial, me gustaría agradecer a Guadalupe Ruiz Merino, que colabora en el Área de Investigación, Innovación y Desarrollo de la Fundación para la Formación e Investigación Sanitarias de la Región de Murcia, por su dedicación y paciencia en el tratamiento estadístico de los datos.

A Ildefonso Méndez Martínez, profesor de Economía de la Universidad de Murcia, por aclararnos tantas dudas y estar siempre a nuestra disposición en cualquier momento.

A Javier Fernández Montoya, informático del área de Evaluación del Hospital Los Arcos del Mar Menor, por brindarme con tanto cariño su ayuda desinteresada.

A Andrés García Ruiz, Ingeniero Informático en Display Notes Technologies, por ayudarnos con dudas informáticas, a horas y deshoras.

A todos los observadores que han participado en este estudio haciendo posible que salga adelante.

A mi padre, por todo su trabajo, sus desvelos, sus consejos, pero sobre todo por haber sabido transmitirme lo que verdaderamente significa ser médico. Gracias.

A José, mi marido, mi compañero de vida y de desvelos, por ser incondicional, por todo lo que haces por mí. Sabes que sin tí esto no hubiese sido posible...

A mis hijos, José Manuel, Álvaro, Pedro y Merche, que me han hecho tan difícil esta tesis por un lado, pero por otro me han dado la fuerza, la capacidad para organizarme, y la convicción firme de que ellos van por delante de todo lo demás.

A mi hijo Marco, todavía en mi seno, quisiera pedirle perdón por el embarazo que le estoy dando, con tan poco dormir y tanto estrés y trabajo. Prometo recompensarte cuando nazcas.

Esta tesis va dedicada en especial a todas las mujeres que creemos en el valor del esfuerzo, y en que se puede llevar un trabajo y una familia, sin necesidad de ser mediocre en ninguna de las dos cosas. A todas ellas manifestar mi respeto.

Índice

1.Introducción.....	5
1.1. Justificación.....	7
1.2.Estado actual	9
1.3.Anatomía del raquis lumbar	13
1.3.1.Embriología.....	13
1.3.2. Anatomía macroscópica	23
1.4.Unidad funcional del raquis.....	33
1.5.Complejo triarticular	34
1.6.Degeneración lumbar	35
1.6.1.Degeneración del disco intervertebral.....	36
1.6.2. Degeneración de las carillas articulares	38
1.6.3.Estenosis de canal.....	40
1.6.4.Cascada degenerativa	41
1.7. Herramientas de detección de la degeneración lumbar	45
1.7.1. Radiología simple	46
1.7.2 .TAC.....	49
1.7.3. Resonancia Magnética	50
1.8.Sistemas de evaluación de la degeneración lumbar	55
1.9.Clasificación numérica	61
1.10.Patrón Lumbar	69
1.11.Estudio intraobservador del PLD.....	71
2. Hipótesis.....	73
Hipótesis	75

3. Objetivos	77
Objetivos	79
4. Material y Método	81
Material y Método.....	83
4.1.Tratamiento estadístico de los datos.....	87
5. Resultados	89
5.1. Resultados obtenidos de cada observador. Sagital, axial, total y PLD.	91
Observador 1:	91
Observador 2:	92
Observador 3:	93
Observador 4:	94
Observador 5:	95
Observador 6:	96
Observador 7:	97
Observador 8:	98
Observador 9:	99
Observador 10:	100
Observador 11:	101
Observador 12:	102
5.2. Resultados obtenidos de cada observador en el plano sagital	103
5.3. Resultados obtenidos de cada observador en el plano axial	104
5.4. Resultados globales de afectación degenerativa, sagital más axial.....	105
5.5. Unidad más afectada en el plano sagital	107
5.6. Unidad más afectada en el plano axial	108
5.7. Porcentaje de lesiones degenerativas	109
5.8. Resultados globales de afectación degenerativa, sagital más axial.Valoración por Unidades.....	110

Resultados en la Unidad 5.....	110
Resultados en la Unidad 4.....	111
Resultados en la Unidad 3.....	112
Resultados en la Unidad 2.....	113
Resultados en la Unidad 1.....	114
5.9. Concordancia interobservador	115
5.10. Concordancia entre grupos de observadores	116
Sagital.....	116
Axial	119
Total.....	121
Patrón lumbar degenerativo PLD.....	125
5.11. Valor del Kappa.....	127
5.12. Comentarios sobre los resultados.....	131
6. Discusión.....	135
6.1. Posibilidades que plantea el nuevo sistema	138
6.2. Fiabilidad.....	140
6.3. Valoración global de la degeneración espinal.....	143
6.4. Variaciones en función del tipo de observador	147
7. Conclusiones.....	151
Conclusiones	153
8. Bibliografía	155
Bibliografía	157
9. Anexo I	169
Anexo I: Tablas de regresión	171

1. Introducción

1.1. JUSTIFICACIÓN

Me dedico a la ginecología desde hace más de 10 años. Durante mi práctica clínica he visto numerosas veces, asociados al embarazo, cuadros de lumbalgia en muchas ocasiones incapacitantes.

Como además de ginecóloga soy hija de un traumatólogo especializado en columna, y he crecido aprendiendo con él a descifrar imágenes radiológicas y valorar enfermos, comencé a preguntarme qué papel tenía el proceso de degeneración lumbar en el desarrollo de estos cuadros, y hasta qué punto podíamos predecir las mujeres que iban a desarrollar lumbalgia durante el embarazo.

La idea surgió por casualidad, al tratar de cuantificar el grado de degeneración lumbar valorando imágenes de RM. Nos dimos cuenta de que no había un sistema de evaluación de los signos de degeneración lumbar del raquis que nos permitiese de forma rápida, sencilla y reproducible, cuantificar estos cambios sin tener que hacernos una idea abstracta a modo de mapa mental de cuál era el informe de la resonancia.

Pensando en sistemas de clasificación que nos permiten tomar actitudes terapéuticas en función de la puntuación obtenida, como es el caso de BIRADS para las lesiones de mama, o el BISHOP para cuantificar los cambios madurativos del cérvix uterino, sistemas ampliamente utilizados en el ámbito de la ginecología, ideamos un sistema de clasificación numérica que nos permitiese evaluar la degeneración lumbar del raquis de forma global, rápida, sencilla y reproducible.

Considerando tanto los cambios que aparecen en el disco intervertebral como las alteraciones artrósicas que vemos en las apófisis interarticulares, establecimos unos criterios de puntuación con los cuales cuantificamos el estado degenerativo de la unidad funcional estudiada, y podemos así establecer los que llamaremos un Patrón Lumbar Degenerativo (PLD). Este PLD consiste en una sencilla fórmula que nos permitirá hacernos a la idea, en un golpe de vista, del estado degenerativo en que se encuentra la columna del paciente.

Este sistema es el que presentamos hoy, junto con un estudio interobservador que avala su reproductibilidad. Pensamos que es un sistema interesante, en tanto en cuanto facilita muchísimo la interpretación de informes radiológicos de columna lumbar. Además, establece un dintel numérico que permitirá en el futuro ser base de estudios de correlación clínica, evolución de lesiones, o establecimiento de criterios de indicación quirúrgica.

1.2. ESTADO ACTUAL

Son muchas las pacientes que desarrollan lumbalgia a lo largo del embarazo, lo cual se ve favorecido por factores de tipo mecánico, como el aumento de peso, el cambio del centro de gravedad o la distensión de la musculatura abdominal, así como por factores químicos, como el aumento de progesterona y relaxina, que condicionan la hiperlaxitud de ciertas articulaciones, fundamentalmente en relación a la cintura pélvica.^{1, 2}

Pero la importancia de la lumbalgia como problema de salud pública excede al embarazo, puesto que es una patología muy frecuente en nuestro medio, con una enorme repercusión sanitaria y sociolaboral. La lumbalgia y la lumbociática constituyen una de las causas más frecuentes de consulta en atención primaria, siendo causa habitual tanto de incapacidad laboral como de hospitalización e intervención quirúrgica.³

Podemos definir la lumbalgia como un dolor, tensión muscular o discomfort en la zona comprendida entre el reborde costal y el pliegue inferior del glúteo. Se puede o no acompañar de sintomatología a nivel de los miembros inferiores por irritación del ciático (ciatalgia). Podríamos diferenciar una lumbalgia específica e inespecífica. La lumbalgia específica respondería a una causa conocida, como es el caso de procesos inflamatorios, infecciosos, tumorales, traumáticos, procesos degenerativos específicos, inflamación, infección, osteoporosis, artritis reumática, fractura o enfermedad neoplásica. En la lumbalgia inespecífica, sin embargo, no podemos reconocer una causa clara responsable del cuadro.

La lumbalgia inespecífica supone el 90% de los casos de lumbalgia, y se clasifica normalmente en función de la duración del cuadro, pudiendo diferenciar lumbalgia:

- Aguda: Duración inferior a 6 semanas.
- Subaguda: Dura entre 6 semanas y 3 meses.
- Crónica: Duración de más de 6 meses.⁴

Los episodios de lumbalgia aguda suelen tener buen pronóstico y curar en una o dos semanas. Sin embargo, constituyen un problema recurrente en las consultas de atención primaria, con frecuentes recaídas y cuadros de exacerbación del dolor.⁵

Cerca del 8% de la población española sufre lumbalgia crónica inespecífica, que determina una situación de incapacidad permanente a nivel laboral. La lumbalgia crónica y la ciática persistente constituyen uno de los diagnósticos más frecuentes en las Unidades de Dolor Crónico de pacientes no oncológicos, tal y como se ha puesto de manifiesto en diferentes estudios epidemiológicos que a lo largo de los años ha realizado la Sociedad Española del Dolor.⁶ Pocos pacientes se reincorporan a su puesto de trabajo después de seis meses de baja, y ninguno después de dos años.³

Cuando nos encontramos ante un cuadro de dolor lumbar, lo primero que debemos es descartar una causa específica responsable del dolor, primero en base a la historia clínica y la exploración física del enfermo, y posteriormente si se considera necesario a través de pruebas complementarias de imagen o de otro tipo, tales como el Electromiograma para valorar la afectación radicular.

Existen distintos patrones de dolor lumbar, en función de su distribución, comportamiento, signos clínicos y la incapacidad funcional que condicionan. Sin embargo, ninguno de estos patrones es específico ni ha sido validado. Tendremos en cuenta fundamentalmente a la hora de indicar la realización de pruebas complementarias la intensidad del dolor, la afectación radicular y la duración del cuadro.

Con la edad, aparecen una serie de cambios degenerativos a nivel de la columna lumbar que son responsables de la mayoría de los cuadros de lumbalgia crónica inespecífica. Este proceso degenerativo afecta a los distintos componentes del raquis; los discos, las articulaciones intervertebrales y los ligamentos.

Una revisión sistemática hecha por Van Tulder en 1997, en la cual se incluían 31 estudios que asociaban cambios degenerativos en radiología simple (pérdida de la altura del disco, presencia de osteofitos y esclerosis subcondral), demostró que existe una clara asociación entre la degeneración lumbar y los cuadros de lumbalgia

inespecífica, con Odds Ratio que oscilaron entre 1.2 (95% IC 0.7-2.2) y 3.3 (95% IC 1.8-6.0).⁷

Los cambios degenerativos en la columna lumbar se inician en la población general a edades muy tempranas, siendo objetivados a partir de la segunda década de la vida^{8,9}. Aparece primero una deshidratación y pérdida de altura del disco intervertebral, lo que condiciona una sobrecarga de las facetas interapofisarias, que desarrollan progresivamente una serie de cambios artrósicos en la articulación.^{10,11}

Todas estas alteraciones conllevan una serie de signos radiológicos fácilmente objetivables mediante multitud de técnicas como la Radiología Simple, el TAC o la RM.

Entre ellas, la RM supone una serie de ventajas, puesto que permite la correcta visualización de elementos ligamentosos y cartilaginosos, la obtención de imágenes multiplanares sagitales y axiales, y además es una técnica que no conlleva la irradiación del paciente.¹²

Los informes radiológicos que genera la RM describen los cambios que el radiólogo aprecia en cada unidad funcional, sea a nivel del disco, cuerpo vertebral o faceta interapofisaria. Esta descripción suele hacerse de forma pormenorizada y ordenada, y la persona que se encuentra leyendo el informe radiológico se va haciendo una imagen mental de la columna lumbar del paciente.

A lo largo de la historia diversos autores han elaborado sistemas de gradación de estos cambios que aparecen en la columna del paciente, atendiendo a criterios anatomopatológicos y radiológicos.

Dado que la unión intervertebral es llevada a cabo por medio de un complejo triarticular, tal y como describió Farfan en 1972, compuesto por el disco intervertebral y las dos apófisis articulares, y teniendo en cuenta que cualquier factor que afecta a uno de estos elementos repercutirá en los otros dos¹³, y una vez hecha una revisión bibliográfica de los sistemas de gradación radiológica de la degeneración del raquis lumbar, nos dimos cuenta de que ninguna clasificación integraba los cambios degenerativos del disco intervertebral y de las facetas interapofisarias.

Si consideramos como hemos dicho que en la articulación intervertebral existen tres elementos íntimamente relacionados, la evaluación de la unidad funcional habrá de tener en cuenta todos los componentes que la constituyen, puesto que de otra forma el estudio quedaría incompleto.

Esta clasificación que presentamos considera la unidad funcional en su totalidad. De ella se hizo ya un estudio intraobservador previo¹⁴, y creemos que puede resultar interesante para facilitar el estudio de la columna, y de utilidad en la clasificación de los pacientes de cara a ensayos clínicos y al establecimiento de guías de actuación terapéutica.

Además, al evaluar planos axiales, permite el diagnóstico de la estenosis de canal y su incorporación al sistema de gradación final que utilizamos para la ponderación del estado degenerativo del raquis, lo cual supondrá una importante ventaja dada su gran traducción tanto en la clínica como en el pronóstico del enfermo.

1.3. ANATOMÍA DEL RAQUIS LUMBAR

No podremos entender la anatomía del raquis lumbar sin antes hacer un breve repaso de su formación embriológica. De esta manera, ya no entenderemos la columna como una sucesión de vértebras, sino de unidades funcionales, lo cual es una visión mucho más fisiológica que nos hará comprender mejor la concepción en la que nos hemos basado para establecer nuestro Patrón Lumbar Degenerativo.

1.3.1. Embriología

En torno a la segunda semana de vida, el embrión humano consta de tres capas:

- Ectodermo: del cual derivan la piel y el tejido nervioso
- Mesodermo: que formará el aparato musculo esquelético
- Endodermo: a partir del cual se desarrollarán las vísceras

Al inicio de la tercera semana aparece en el eje cefalocaudal del embrión un engrosamiento ectodérmico que denominaremos línea primitiva, en cuyo borde cefálico podemos ver ya un engrosamiento nodular denominado “Nódulo primitivo de Hensen”.

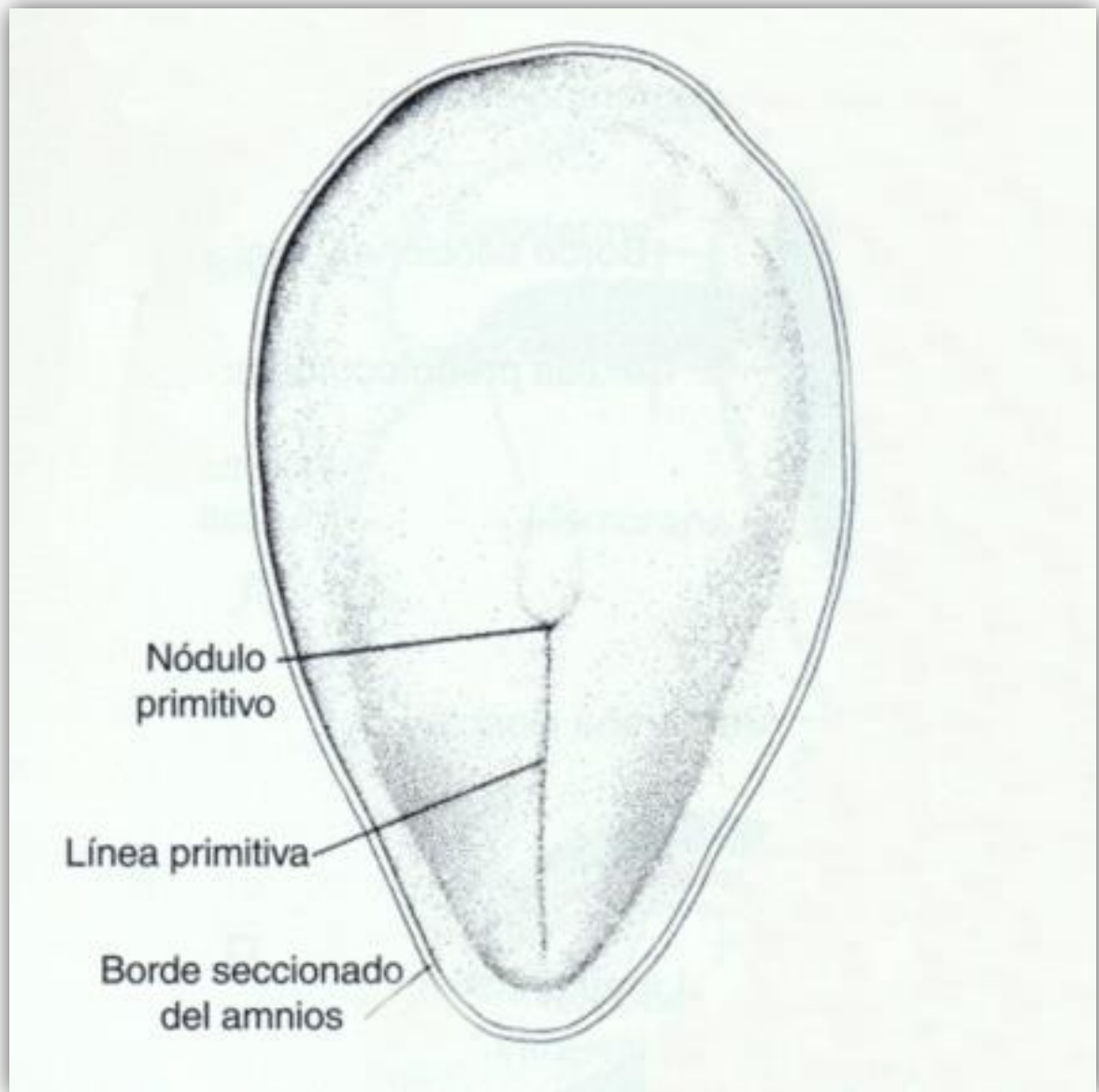


FIGURA1.DISCO EMBRIONARIO TRILAMINAR EN EL QUE APRECIAMOS EL NÓDULO PRIMITIVO DE HENSEN Y LA LINEA PRIMITIVA.¹⁵

A partir de este nódulo se extenderá progresivamente en sentido caudal y craneal un cordón inicialmente sólido que llamaremos notocorda.

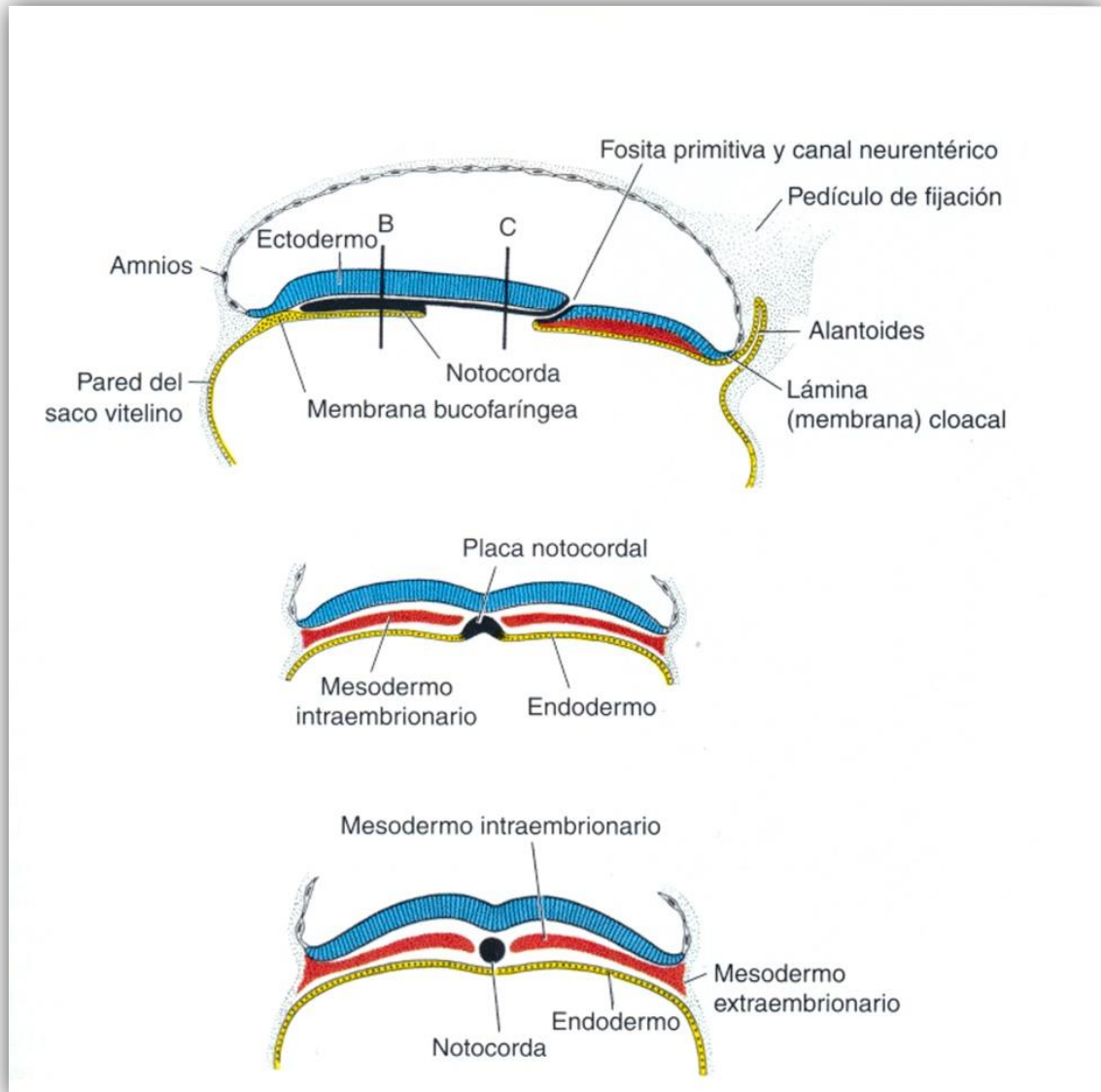


FIGURA 2. FORMACIÓN DE LA NOTOCORDA EN VISIONES SAGITAL Y CORONAL ¹⁵

Esta notocorda constituirá el eje del esqueleto axial. En torno a ella se formará por encima la placa neural, derivada del ectodermo. Sobre esta placa neural surgirá un surco limitado por dos pliegues neurales, que se irán elevando profundizando el surco para acabar fusionándose formando el tubo neural, que dará lugar a la médula espinal, así como a los ganglios raquídeos y a los nervios ¹⁶

A ambos lados de la notocorda el tejido mesodérmico que llamaremos mesodermo paraxial, comenzará a dividirse en segmentos a partir de los días 20-21 de vida, dando lugar a los somitas.

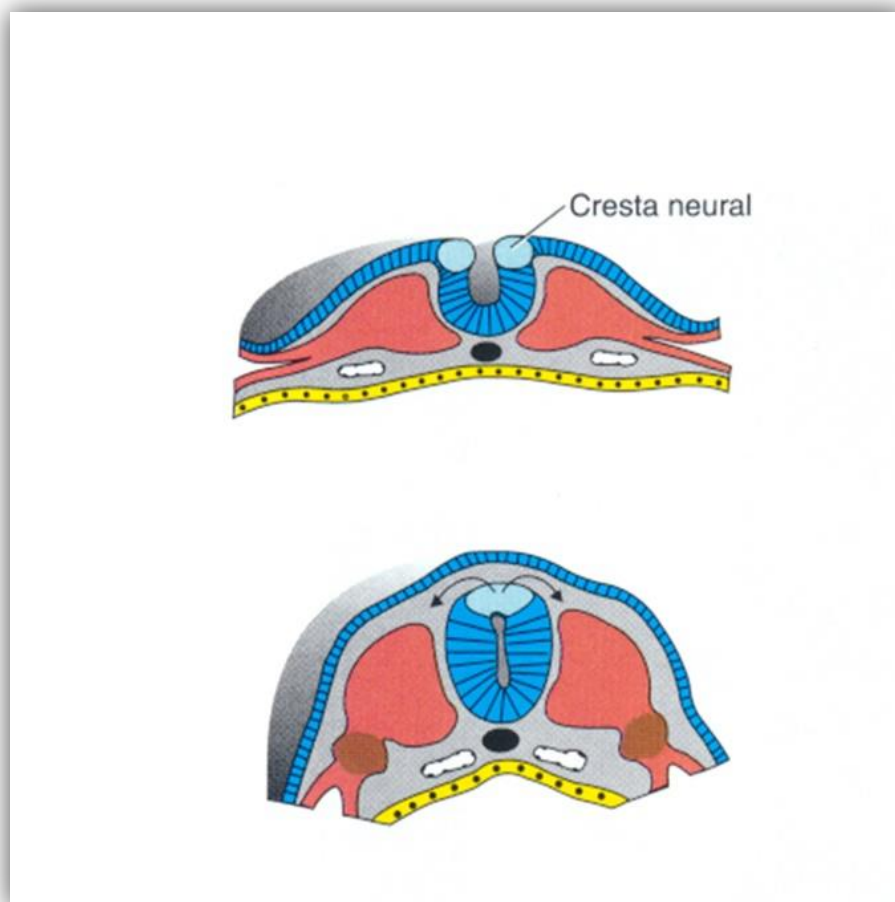


FIGURA 3. APRECIAMOS EN ESTA FIGURA PRIMERO LA APARICIÓN DEL SURCO NEURAL Y DE AMBOS PLIEGUES NEURALES, QUE AL FUSIONARSE ORIGINAN LA CRESTA NEURAL. POSTERIORMENTE VEMOS EL TUBO NEURAL Y EL ENGROSAMIENTO MESODÉRMICO A AMBOS LADOS DEL MISMO. ESTE MESODERMO QUE LLAMAREMOS MESODERMO PARAXIAL, DARÁ LUGAR A LOS SOMITAS¹⁵

Estos somitas, como ya hemos dicho, son estructuras segmentadas formadas a ambos lados del tubo neural a partir del mesodermo paraxial.

Son unas estructuras transitorias, pero poseen un papel importante en la organización del patrón segmentario del embrión, dando lugar por un lado a la columna vertebral, pero también originando costillas, dermis dorsal o tejido muscular.

Los somitas comienzan a formarse en la región cefálica y cervical del embrión, y su aparición se extenderá en sentido caudal, finalizando al terminar la quinta semana de vida.

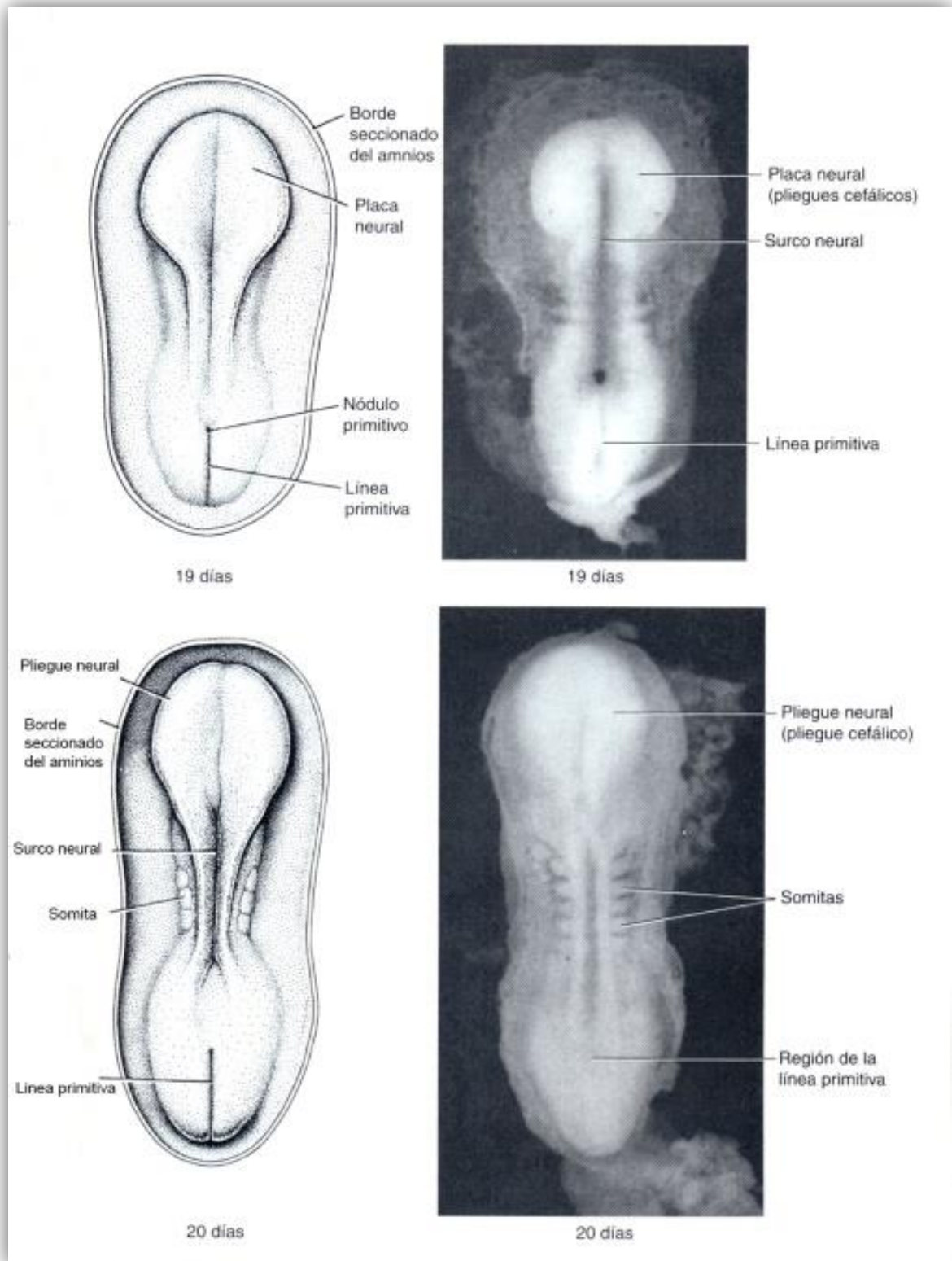


FIGURA 4. VISIÓN DORSAL DE UN EMBRIÓN HUMANO DE 19 Y 20 DÍAS. INICIO DEL PROCESO DE FORMACIÓN DE LOS SOMITAS. VEMOS EN LA PRIMERA IMAGEN EL NÓDULO PRIMITIVO Y LA LÍNEA PRIMITIVA, CON LA APARICIÓN DE LA PLACA NEURAL. EN LA SEGUNDA IMAGEN EL SURCO NEURAL Y LA APARICIÓN DE LOS PRIMEROS SOMITAS¹⁵

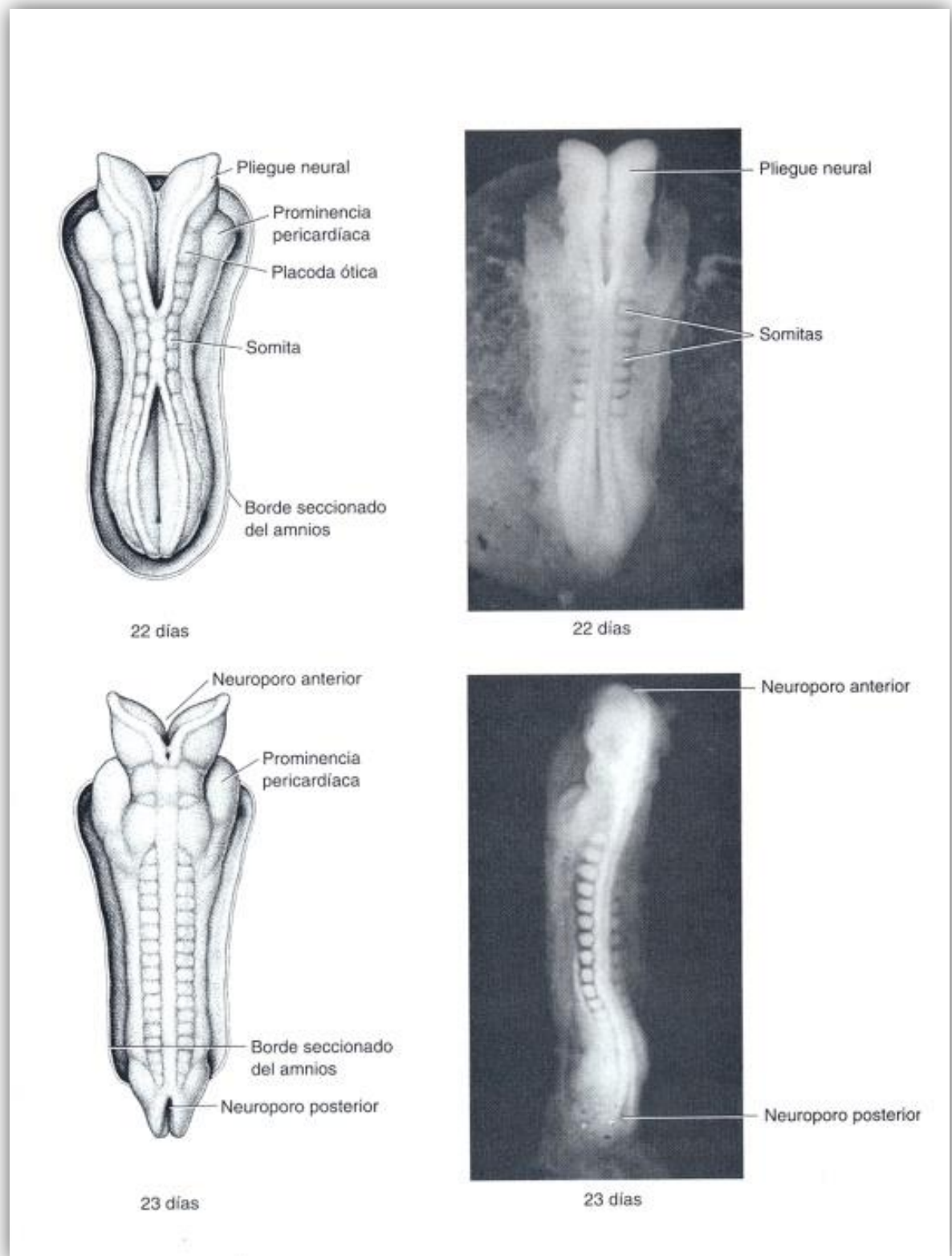


FIGURA 5. VISIÓN DORSAL DE UN EMBRIÓN HUMANO DE 22 Y 23 DÍAS. SE COMPLETA POCO A POCO EL CIERRE DEL TUBO NEURAL Y EL PROCESO DE FORMACIÓN DE SOMITAS¹⁵

El embrión humano constará de cuatro somitas occipitales, ocho cervicales, doce torácicos, cinco lumbares, cinco sacros y de ocho a diez coccígeos. Parte de estos somitas desaparecerán a lo largo del desarrollo posterior.

1.3.1.1. Diferenciación del somita

A partir de la cuarta semana algunas células de los somitas rodearán a la notocorda.

La notocorda, por su parte, emitirá unas señales químicas que activarán a los genes Pax-1 y Pax-9, induciendo la formación del mesénquima. Este mesénquima rodeará el tubo neural dando lugar a la columna vertebral y a los discos intervertebrales. La notocorda, a su vez, irá desapareciendo¹⁷

Cada somita constará de tres regiones:

- Esclerotoma: que formará vértebras, discos intervertebrales (con excepción de los núcleos pulposos, que se originan a partir de la notocorda), costillas y cartílagos costales.
- Dermatoma: originará la dermis dorsal.
- Miotoma: dará lugar a la musculatura de la espalda, pared abdominal, caja torácica, extremidades y lengua.

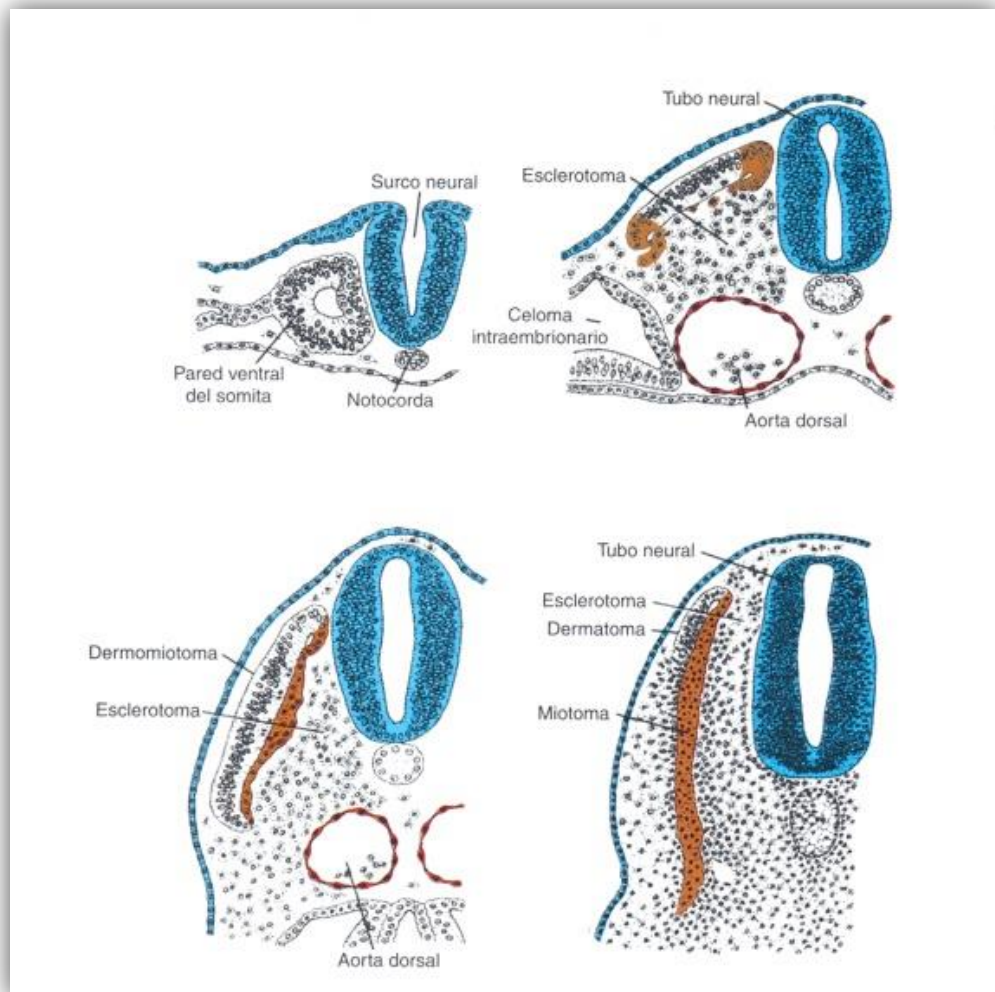


FIGURA 6. EN ESTA FIGURA SE PUEDE OBSERVAR CÓMO, TRAS EL CIERRE DEL TUBO NEURAL, EL MESODERMO PARAXIAL QUE CONSTITUYE EL SOMITA, SE DIFERENCIA EN ESCLEROTOMA, MIOTOMA Y DERMATOMA ¹⁵

En cada segmento, el Esclerotoma de un somita englobará la mitad inferior de una vértebra, el disco intervertebral, y la mitad superior de la vértebra suprayacente, con la salida de la raíz nerviosa correspondiente. ¹⁸

Es por esto que la división embriológica de la columna vertebral se corresponde a la unidad funcional descrita por Parke en 1982¹⁹. Es una división mucho más funcional, tanto a nivel articular como neurológico, puesto que cada segmento comprende la raíz nerviosa que inervará su propio metámero.

En esta división, y no en la puramente anatómica, nos hemos basado para establecer nuestra clasificación numérica.

1.3.2. Anatomía macroscópica

La columna vertebral o raquis constituye un largo tallo osteocartilaginoso que ocupa la línea media y parte posterior del cuerpo. Sirve de vaina protectora a la médula espinal, de eje al resto del esqueleto, y de soporte a gran número de vísceras.

Está compuesta por una sucesión de elementos óseos, las vértebras y de una serie de discos cartilaginosos que las separan.²⁰

Las vértebras, además de estar unidas entre sí por los discos intervertebrales, se articulan también por medio de las apófisis articulares.¹⁹

1.3.2.1. Vértebras

En el ser humano la columna vertebral consta de treinta y tres o treinta y cuatro vértebras, siete a nivel cervical, doce a nivel dorsal o torácico, cinco a nivel lumbar, y nueve o diez en la porción pélvica o sacro coccígea.

Existen una serie de características comunes a todas la vértebras, gracias a las cuales las podemos reconocer como tales.

En líneas generales podemos decir que tienen forma de un anillo en cuya parte ventral vamos a encontrar una porción voluminosa y maciza que llamaremos cuerpo vertebral, y un arco posterior que circunda un orificio por el cual discurrirá la médula espinal.²¹

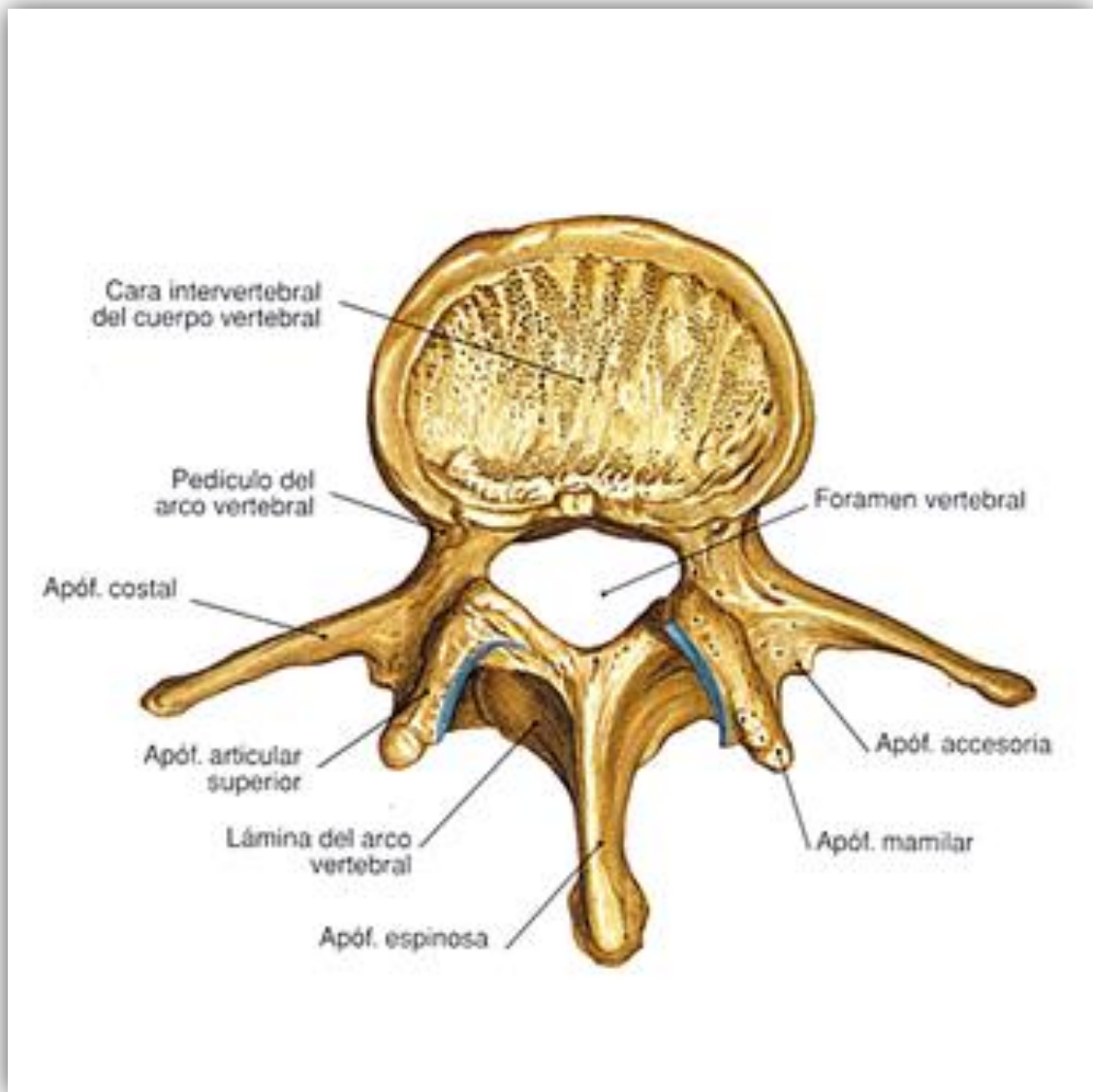


FIGURA 7. VISIÓN CRANEAL DE UNA VÉRTEBRA LUMBAR²¹

Este arco está formado por dos pedículos vertebrales, dos láminas, una apófisis espinosa, dos apófisis transversas y cuatro apófisis articulares, tal y como se detalla en la figura.

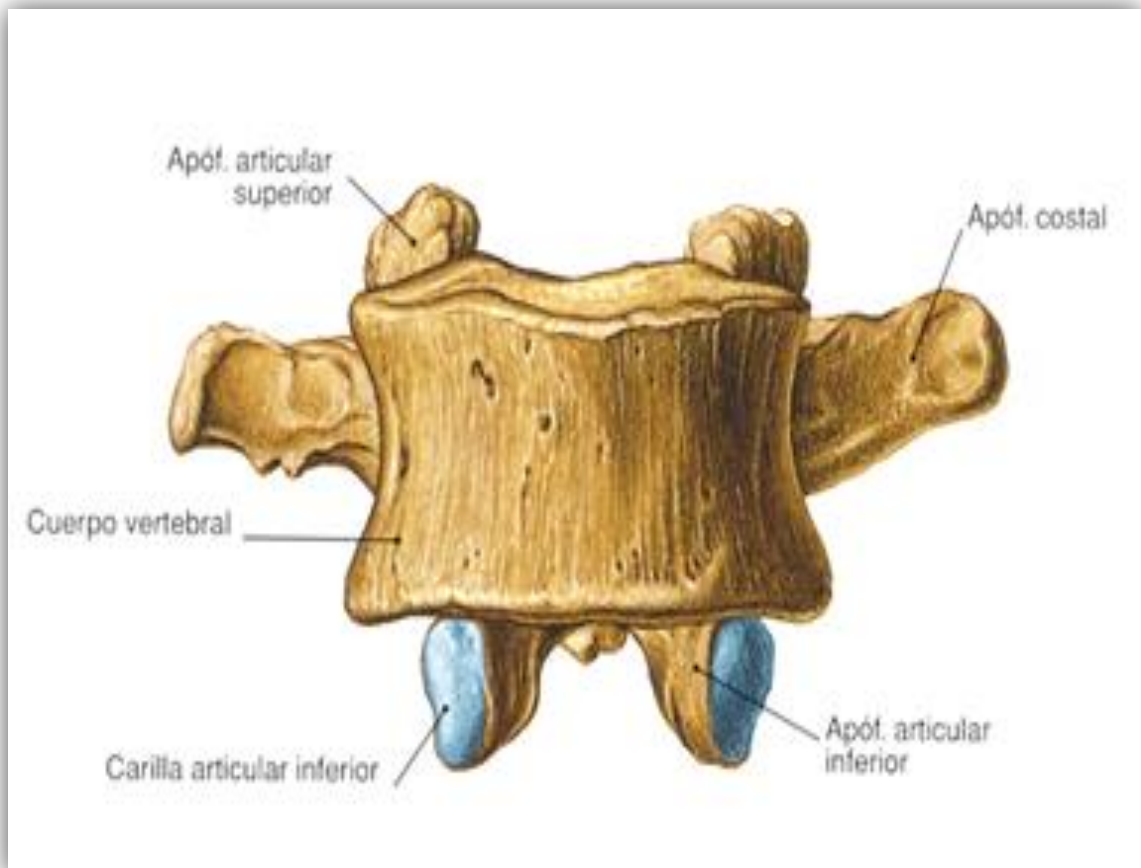


FIGURA 8. VISION FRONTAL DE UNA VÉRTEBRA LUMBAR²¹

La articulación intervertebral se llevará a cabo por medio de tres elementos:

- Un disco cartilaginoso que separará los cuerpos vertebrales de vertebra consecutivas: el disco intervertebral.
- Dos apófisis articulares que en número de cuatro, dos superiores y dos inferiores, articularán cada vértebra con la inmediatamente superior e inferior, dejando un espacio entre ellas y la articulación de los cuerpos vertebrales, los llamados agujeros de conjunción, por los cuales saldrán las raíces nerviosas. Las carillas superiores son ligeramente cóncavas y miran posteromedialmente para abrazar a las carillas inferiores de la vértebra superior, las cuales son curvadas y están dispuestas de forma recíproca. Esta disposición permite una cierta flexión y extensión pero muy escasa rotación.²²

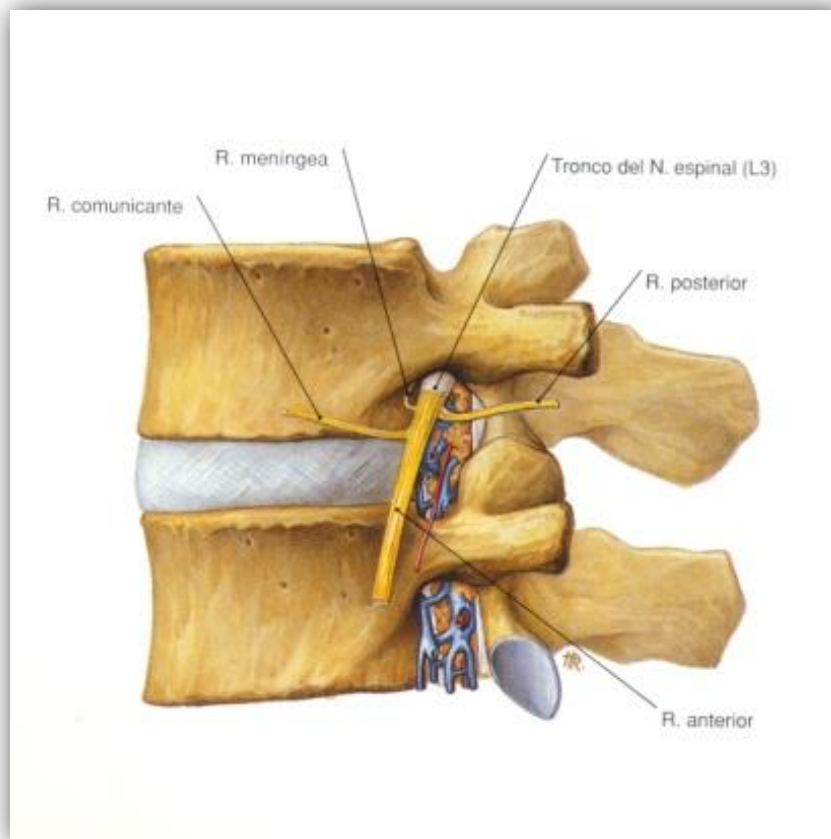


FIGURA 9. VISIÓN LATERAL DE UN SEGMENTO DE LA COLUMNA LUMBAR, EN EL CUAL APRECIAMOS EL AGUJERO DE CONJUNCIÓN LIMITADO POR LA ARTICULACIÓN INTERAPOFISARIA Y LA ARTICULACIÓN DE AMBOS CUERPOS VERTEBRALES QUE SUPONE EL DISCO INTERVERTEBRAL ²¹

Esto es importante porque cualquier factor que estreche el orificio de conjunción, ya sea la pérdida de altura del disco, la extrusión del mismo en forma de protusión o herniación discal, o la hipertrofia importante de la unión facetaria debida a cambios artrósicos, podrá comprometer la salida de estas raíces, condicionando dolor, pérdida de sensibilidad o de fuerza en el segmento estudiado.

Además, los tres elementos que constituyen la articulación intervertebral se encuentran en íntima relación, constituyendo lo que denominaremos un complejo triarticular, en el cual cualquier factor que altere un elemento repercutirá en los otros dos.

Este complejo triarticular fue descrito por Farfan en 1972 y hablaremos de él un poco más adelante.

1.3.2.2. Disco intervertebral

Los discos intervertebrales son estructuras cartilaginosas que unen dos cuerpos intervertebrales consecutivos formando una anfiartrosis, es decir, una articulación de movilidad moderada. De esta forma, se convierten en un elemento estabilizador y amortiguador entre ambas vértebras, para lo cual posee una composición particular que le confiere una serie de propiedades.

Tienen forma biconvexa y, en la columna lumbar, son más gruesos por su parte anterior adaptándose así a la lordosis fisiológica, que presenta característicamente esta zona de la columna vertebral.

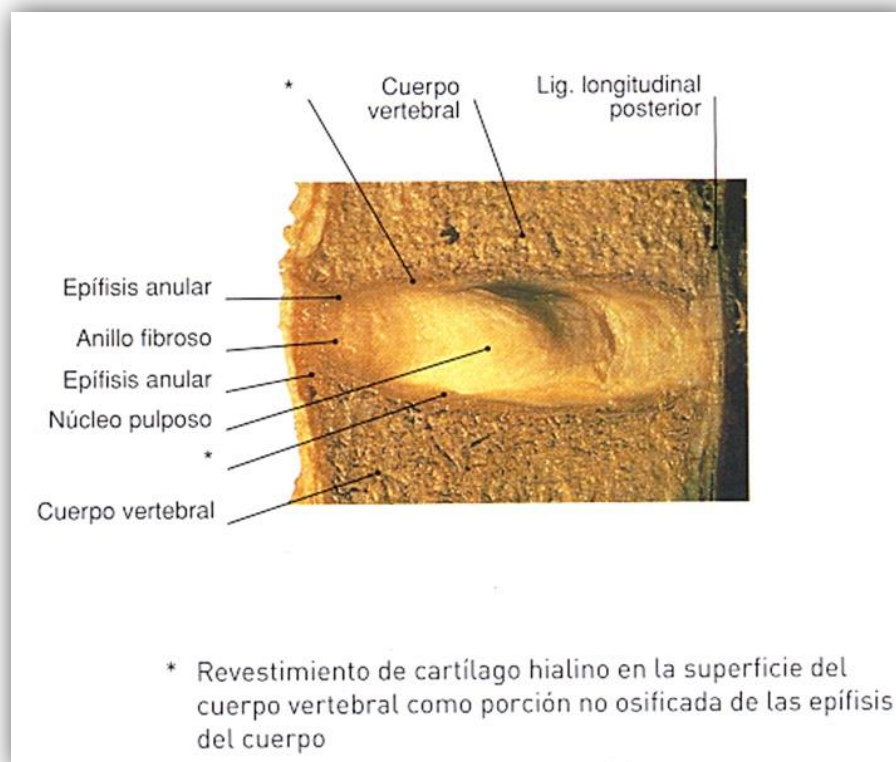


FIGURA 10. FIGURA. CORTE SAGITAL DE COLUMNA LUMBAR, EN EL QUE PODEMOS APRECIAR LA ESTRUCTURA DEL DISCO INTERVERTEBRAL, ASÍ COMO SU UNIÓN A AMBOS CUERPOS VERTEBRALES A TRAVÉS DEL CARTÍLAGO HIALINO DEL PLATILLO DEL CUERPO VERTEBRAL²¹

Estructuralmente, podemos distinguir en ellos una porción periférica y una porción central:

- La porción periférica, también llamada anillo fibroso está constituida por una serie de capas concéntricas de fibras colágenas dispuestas en torno a la porción central, extendiéndose de la vértebra superior a la inferior en forma de trayectos oblicuos. Estas capas, llamadas lamelas, se disponen de forma perpendicular a su capa adyacente. El elemento principal de su composición es el colágeno, que en un 80% será de tipo I. Su consistencia es firme y elástica, y protegen de este modo al núcleo pulposo que se encuentra en su interior. La alta densidad y la disposición espacial del colágeno en el anillo fibroso confieren a éste una gran resistencia tensional.
- El núcleo pulposo, porción central de disco intervertebral, supone una estructura que podríamos considerar esférica, compuesta en su mayor parte por agua, colágeno, algunas células y proteoglicanos, componentes que le confieren unas características de especial viscosidad y resistencia. Esta matriz gelatinosa altamente hidratada posee un armazón de colágeno tipo II que posee un papel fundamental en la transmisión de fuerzas dentro del núcleo y sirve de soporte a los demás componentes del núcleo. El grado de hidratación condicionará directamente la resistencia del núcleo pulposo a la compresión.²³

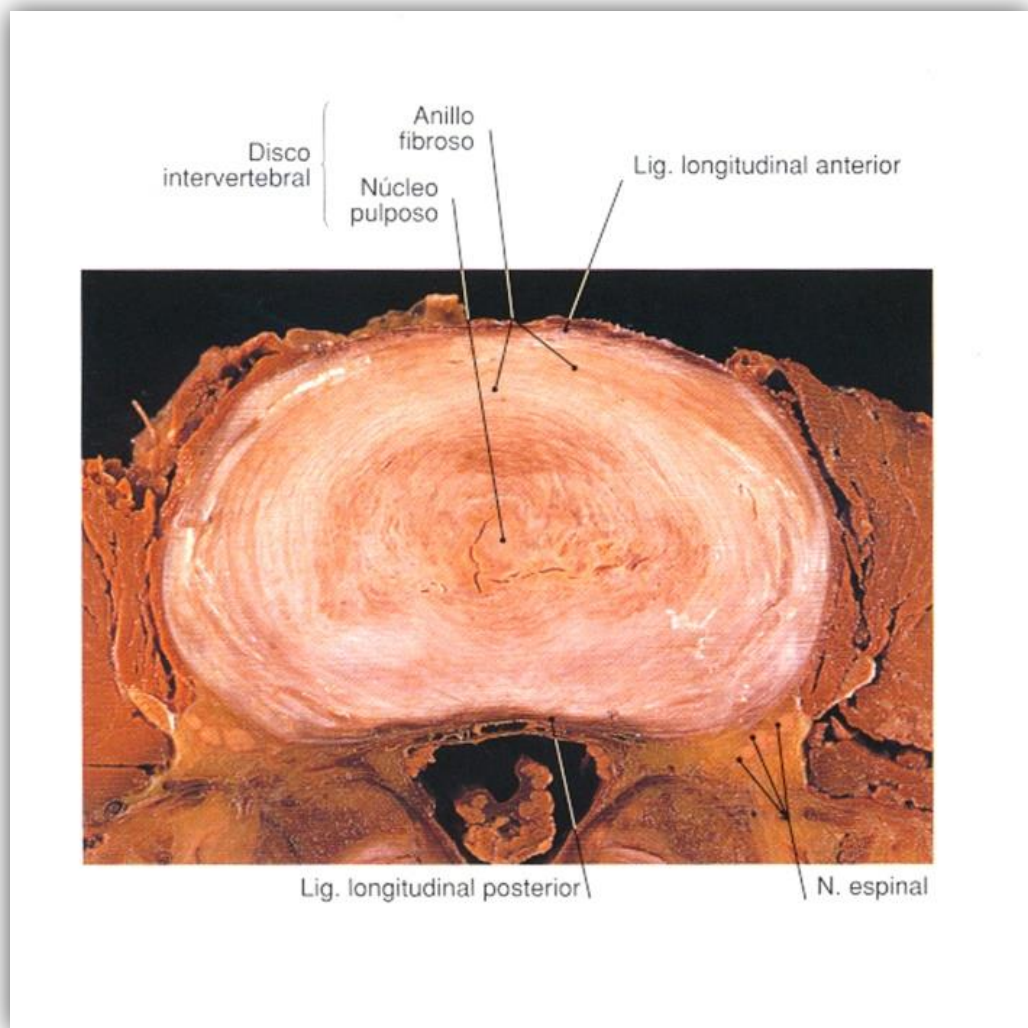


FIGURA 11. LA CONSISTENCIA DE ESTE NÚCLEO GELATINOSO AUMENTA CON LA EDAD DEL SUJETO, AL MISMO TIEMPO QUE SUS DIMENSIONES SE REDUCEN CONSIDERABLEMENTE POR LA DESHIDRATACIÓN Y LA TRANSFORMACIÓN FIBROSA DE SU PORCIÓN PERIFÉRICA ²¹

Además de estos dos elementos, cabe señalar la importancia del cartílago hialino del platillo intervertebral, que consideraremos como tercer elemento del disco. Este cartílago, compuesto por condrocitos y una matriz extracelular de colágeno, proteoglicanos y agua, tiene una función de transporte de solutos desde el cuerpo vertebral, que está vascularizado, al disco, que es un elemento avascular, por un mecanismo de difusión. De esta manera, cualquier fenómeno que conlleve la degeneración de esta estructura tendrá un papel fundamental en la degeneración del disco. ^{24,25,26}

El disco intervertebral es una estructura funcional que, además de permitir la movilidad entre ambos cuerpos vertebrales, distribuye y amortigua las presiones a las cuales la columna se ve sometida.

El núcleo pulposo, cuando experimenta una presión vertical, es capaz de transmitirla a lo largo de toda su superficie, repartiendo la carga en sentido horizontal.

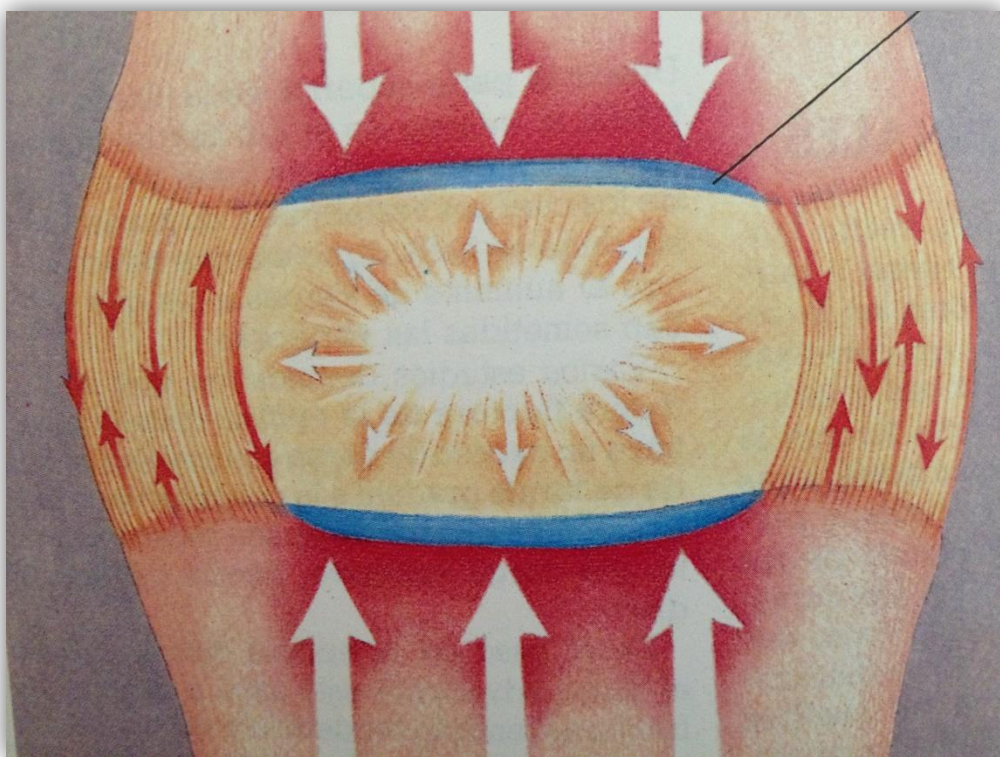


FIGURA 12.DISTRIBUCION DE LA FUERZA POR PARTE DEL NÚCLEO PULPOSO Y ANILLO FIBROSO CUANDO LA COLUMNA SE VE SOMETIDA A CARGAS AXIALES²⁷

1.3.2.3. Articulaciones facetarias

Las articulaciones interfacetarias aparecen en número de cuatro y articulan la vértebra con la inmediatamente superior e inferior.

Consisten en articulaciones sinoviales verdaderas con un espacio articular propio, superficies recubiertas de cartílago hialino, una membrana sinovial y una cápsula fibrosa, con inervación propia.¹⁹

En reposo, reciben un 16% de la carga axial y en extensión pueden soportar cargas de hasta un 47%, sobre todo si el espacio discal está disminuido o existe artritis degenerativa.^{28, 29, 30}

1.4. UNIDAD FUNCIONAL DEL RAQUIS

Junghans describió en el año 1956 el segmento móvil que existe entre un cuerpo vertebral y otro. Este conjunto, formado por el disco intervertebral, el agujero de conjunción, el ligamento amarillo y el ligamento interespinoso, era el encargado de facilitar el movimiento intervertebral, por lo cual lo denominó “Segmento Motor del Raquis”.³¹

En el año 1982 Parke completó este concepto, añadiendo a la Unidad Motora de Junghans las hemivértebras adyacentes superior e inferior, y las apófisis articulares. Denominó a este conjunto “Unidad Funcional del Raquis”^{19, 32}. Esta unidad, como vimos en el capítulo de embriología, corresponde a los somitas que aparecen en torno a la tercera semana de vida intrauterina. Es por tanto, una visión más fisiológica de la columna vertebral.

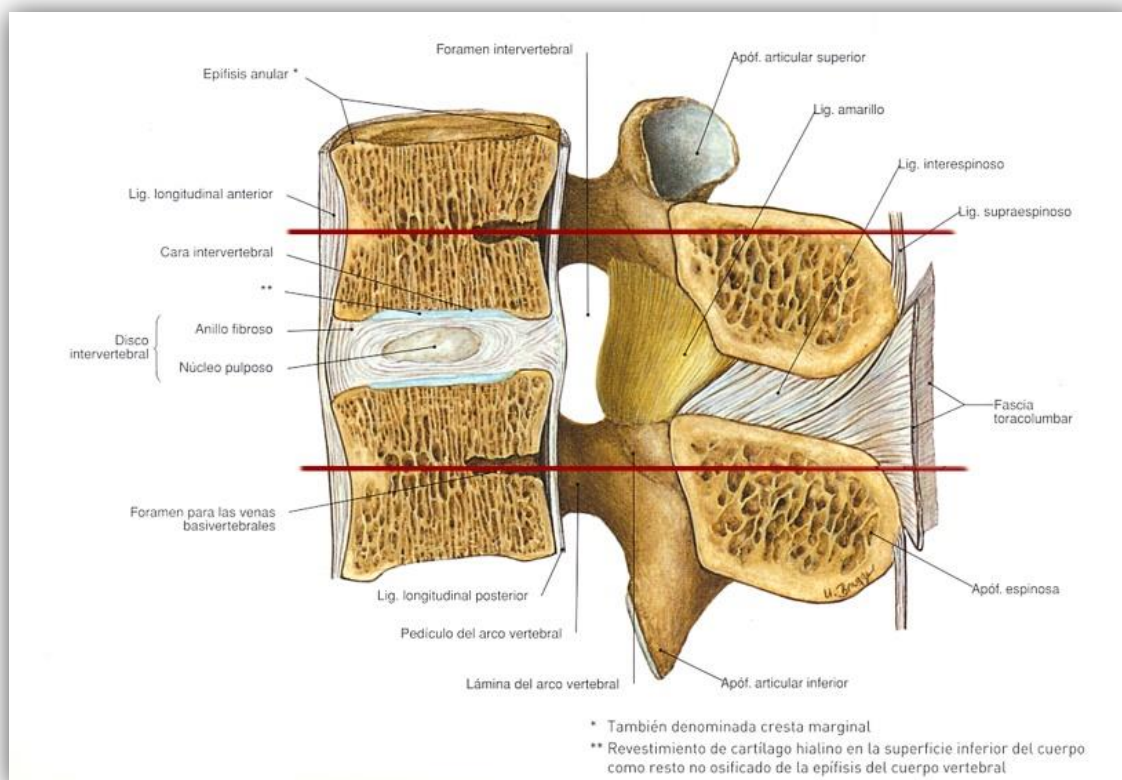


FIGURA 13. UNIDAD FUNCIONAL DE PARKE. MODIFICACIÓN SOBRE IMAGEN DEL SOBOTTA²¹

1.5. COMPLEJO TRIARTICULAR

En la Unidad Funcional asienta el segmento motor del raquis, un segmento que actúa de forma global con el movimiento, repartiendo la carga entre tres elementos, el disco intervertebral y ambas apófisis articulares.

Estos tres elementos constituyen lo que Farfan en 1972 describió como “Complejo triarticular”. En él, la distribución de la carga se lleva a cabo de forma coordinada entre la anfiartrosis que constituye el disco intervertebral, y las dos diartrosis que suponen las articulaciones interfacetarias³³. Es por esto que cuando se inicia por cualquier motivo la degeneración de alguno de estos elementos, por ejemplo si el disco intervertebral se deshidrata y pierde altura, esto supondrá una sobrecarga de las apófisis interarticulares que acelerará su proceso degenerativo. Del mismo modo, si aparece una alteración en una apófisis interfacetaria, la distribución de la carga será asimétrica, lo cual conllevará un movimiento anormal que acabará por deteriorar el disco y la apófisis contralateral.

Existe pues una interrelación entre estos tres elementos, que funcionan de forma conjunta para proporcionar estabilidad a la unidad funcional en su conjunto, de manera que sus procesos degenerativos irremediablemente conllevarán la degeneración de los demás. Una degeneración que habitualmente seguirá un orden establecido por Kirkaldy-Willis en lo que llamó la “Cascada Degenerativa”, que describiremos más adelante.^{34, 10}

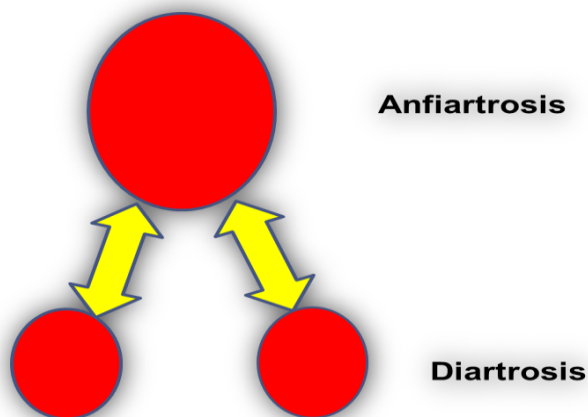


FIGURA 14. COMPLEJO TRIARTICULAR DE FARFAN

1.6. DEGENERACIÓN LUMBAR

Con la edad, a nivel de la columna lumbar, se inicia una cascada degenerativa que comienza en el disco intervertebral, afectando posteriormente a las facetas articulares.^{35, 24}

La degeneración comienza en la segunda década de la vida en hombres, y en la tercera en las mujeres. Podríamos decir que es un proceso fisiológico aunque algunas situaciones, como un estrés anormal sobre la columna vertebral, puede acelerarlo si se mantiene durante períodos largos de tiempo.^{9, 36}

Schmorl y Junghans, en 1984, demostraron en un estudio necrópsico de 4.353 columnas la presencia de cambios degenerativos en un 50% de la población al final de la cuarta década de la vida. Al final de la quinta década los cambios afectaban al 70% de la población, y al 90% al llegar la séptima década de la vida.³¹

La degeneración del raquis forma parte del envejecimiento normal del individuo, pero en ocasiones puede producir dolor y/o alteraciones neurológicas.³⁷

Hay muchos factores implicados en la degeneración discal. Entre ellos, además de la edad, se encuentran factores genéticos, bioquímicos y ambientales, relacionados fundamentalmente con traumatismos y factores traumáticos.

Al parecer, existe una importante agregación familiar en los fenómenos de degeneración discal, así como en la aparición de hernias de disco. Sin embargo, no se sabe con seguridad si ésta se debe a factores genéticos o a factores ambientales compartidos por los miembros del entorno familiar. Lo que sí parece es que los factores genéticos inciden en un inicio más precoz de la enfermedad.³⁸

Se han estudiado numerosos genes implicados en la degeneración discal, fundamentalmente los que participan en la formación de colágeno, como son el Col9a2 o el Col9a3, también los que están en relación con los receptores de vitamina D, el gen matrix metaloproteasa-3, y otros en relación con la formación de citocinas, interleucinas y TNF.³⁹

Los cambios degenerativos afectan principalmente a dos elementos vitales en el buen funcionamiento del raquis: el disco intervertebral y las articulaciones intervertebrales.

1.6.1. Degeneración del disco intervertebral

Desde la tercera década de la vida, el núcleo pulposo va deshidratándose progresivamente, disminuyendo el número de células viables y la concentración de proteoglicanos, por lo que cada vez se hace más rígido, no pudiendo de esta forma absorber correctamente los impactos producidos por el movimiento habitual.⁴⁰

A medida que los discos pierden su contenido en agua, pierden también altura, por lo cual las vértebras se acercan entre sí, estrechando los agujeros de conjunción por los que salen las raíces nerviosas.⁴¹

Además, se produce una degradación del colágeno del anillo fibroso, que termina conduciendo a una delaminación del mismo, fundamentalmente a expensas de sus capas más externas. Aparecen además como consecuencia de ello microfisuras concéntricas que pueden facilitar la herniación del núcleo pulposo, lo que podría terminar en una protusión, y más adelante herniación del núcleo pulposo, con compromiso o no de la raíz nerviosa^{42, 43}. Estas herniaciones discales son consecuencia de un doble mecanismo, por un lado una alteración del anillo fibroso, y por otro lado una sobrecarga de carga axial que conlleva las microroturas del mismo y la herniación del núcleo pulposo.

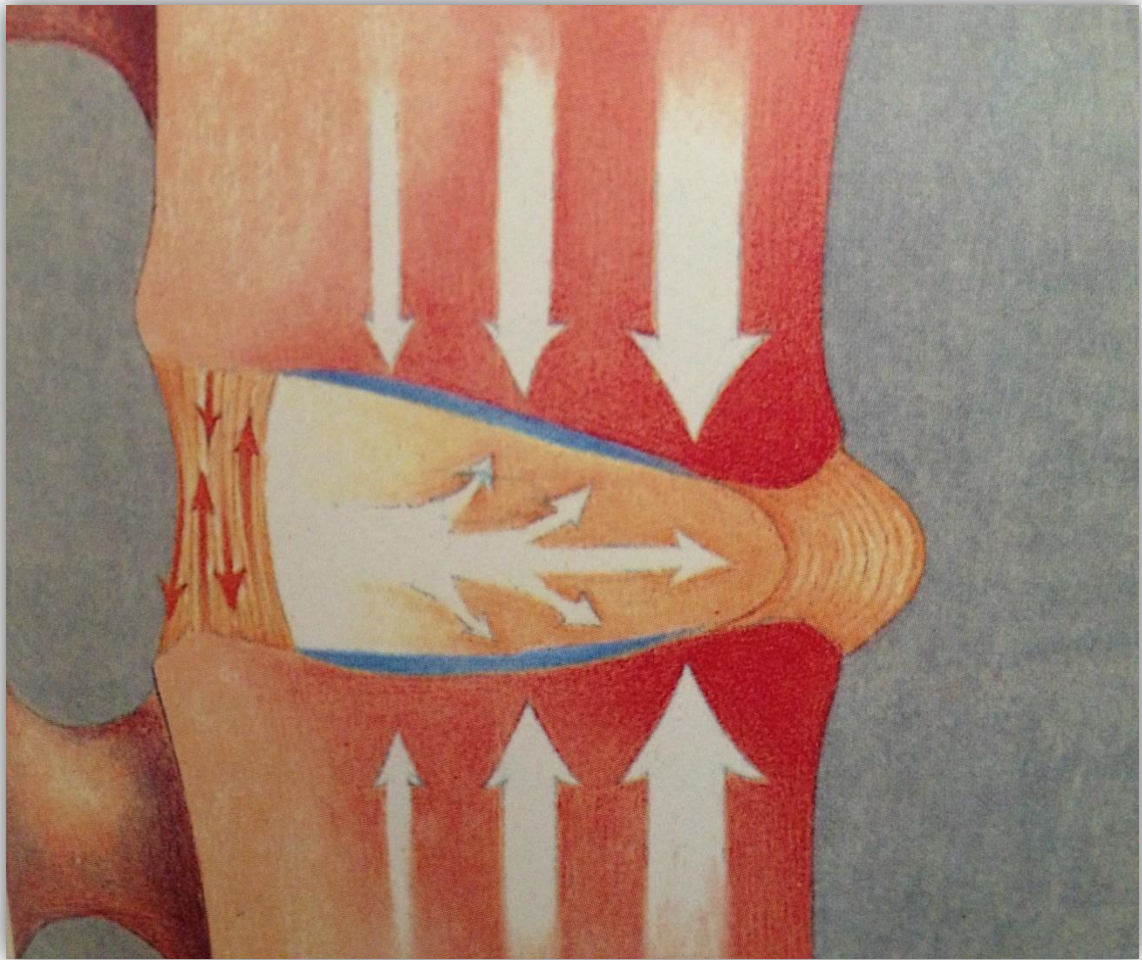


FIGURA 15. MECANISMO DE PRODUCCIÓN DE LAS PROTUSIONES Y HERNIACIONES DISCALES ²⁷

La herniación discal se podría definir como un desplazamiento localizado del material del disco fuera de los límites del espacio intervertebral. La distinción entre protusión y herniación discal a veces es compleja, nosotros consideramos protrusión si el contenido herniado supone menos de un 20% del diámetro transversal del disco, y herniación cuando supone más del 20%.

Como ya hemos comentado, estos cambios van precedidos de una alteración del cartílago del platillo vertebral, que se separa del hueso subcondral y experimenta una mineralización progresiva, llegando a veces a ser sustituido por hueso. Esto compromete la nutrición del disco, facilitando su degeneración.

1.6.2. Degeneración de las carillas articulares

La pérdida de altura del disco supone un incremento notable en la carga axial que soportan las articulaciones intervertebrales, que puede pasar de un 16 a un 47%. Esta sobrecarga mecánica origina distintos cambios en estas articulaciones, como hiperpresión subcondral, microfracturas trabeculares, distensión capsular o pinzamiento de las vellosidades sinoviales, con liberación de sustancias proinflamatorias que producen en ocasiones dolor ⁴⁴. Esto se sabe porque se puede aliviar el dolor lumbar gracias al uso de infiltraciones con anestésico, pudiendo considerar que el dolor facetario es responsable del dolor lumbar en un porcentaje de un 40-75%. ^{45, 46}

Este dolor, que llamaremos síndrome facetario, es un dolor de características clínicas propias como por ejemplo dolor a la extensión y a la rotación del tronco, y que puede irradiar a los miembros pélvicos⁴⁷. El dolor puede ser producto de un pinzamiento sinovial, condromalacia de las facetas, subluxaciones, inflamación sinovial o compresión nerviosa en el canal medular o en el foramen, por parte de la hipertrofia articular. ^{13, 48}

En resumen, debido a la sobrecarga articular, aparece una degeneración artrósica que podrá reconocerse fácilmente por las técnicas de imagen. ^{49, 50}

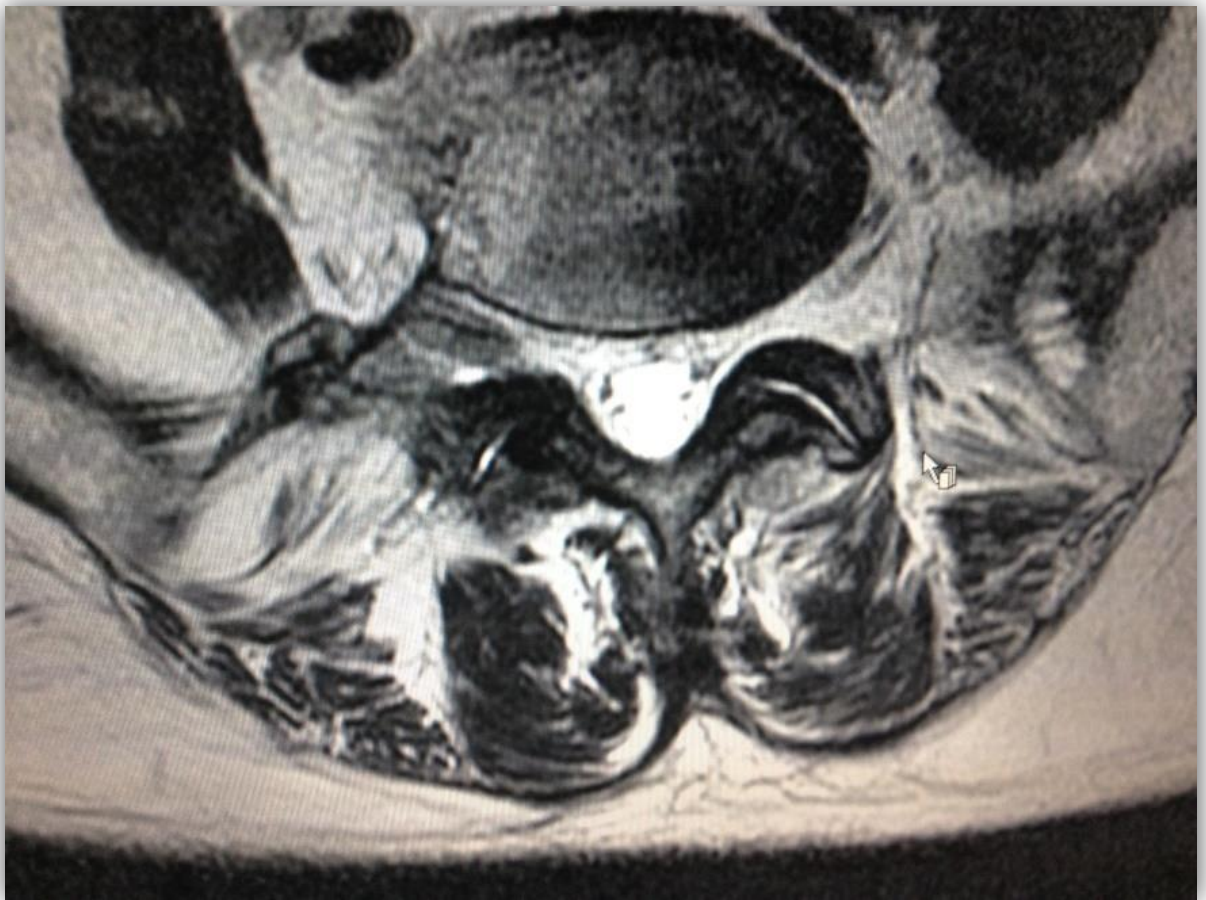


FIGURA 16.DEGENERACIÓN ARTICULAR. APRECIAMOS HIPERTROFIA DE LAS CARILLAS INTERFACETARIAS Y ACÚMULO DE LÍQUIDO EN LA ARTICULACIÓN COMO CONSECUENCIA DE LA SINOVITIS

1.6.3. Estenosis de canal

Supone un estrechamiento del canal raquídeo, los recesos laterales o los agujeros de conjunción. Se produce como estadio final del proceso degenerativo que genera el colapso discal, las posibles herniaciones y la hipertrofia de los procesos articulares. Todos esos factores conllevarán progresivamente la compresión mecánica, ya sea estática o dinámica, de las raíces de la cauda equina, comprometiendo su nutrición y metabolismo, y produciendo dolor y alteraciones neurológicas.⁵¹



FIGURA 17. HIPERTROFIA ARTICULAR QUE CONDICIONA ESTENOSIS DE CANAL

1.6.4. Cascada degenerativa

Como venimos comentando, los elementos discales y articulares se interrelacionan para formar la articulación intervertebral, de tal manera que cuando alteramos un elemento, sobrecargamos los otros dos, que acaban también por deteriorarse. Sabemos que el disco intervertebral sufre una deshidratación fisiológica que conllevará una artrosis interfacetaria posterior. Este proceso fue descrito como una cascada degenerativa por Kirkaldy-Willis en 1978 ¹⁰. En el proceso de degeneración este autor diferencia tres estadios secuenciales:

- 1) Fase de disfunción discal: La deshidratación del disco supone la posibilidad de aparición de protusiones y herniaciones discales. Esta fase se da fundamentalmente entre los 15 y los 45 años.



FIGURA 18. DEGENERACIÓN DISCAL. LO PRIMERO QUE APRECIAMOS ES UNA PÉRDIDA DE LA ALTURA DEL DISCO Y UN CAMBIO EN LA INTENSIDAD DE SEÑAL.



FIGURA 19.DEGENERACIÓN DISCAL. LA DESHIDRATACIÓN CONLLEVA LA POSIBILIDAD DE APARICIÓN DE PROTUSIONES Y HERNIACIONES DISCALES.

- 2) Fase de degeneración: La degeneración articular que acontece tras el deterioro del disco, conlleva la aparición de movimientos anormales intervertebrales, lo que denominamos inestabilidad segmentaria, que deteriora aún más estas carillas interarticulares. Esta fase la solemos encontrar entre los 45 y 65 años.



FIGURA 20. INESTABILIDAD SEGMENTARIA. SE APRECIA DESPLAZAMIENTO ANORMAL DE L4-L5

- 3) Fase de estabilización: A expensas de la degeneración discal e hipertrofia articular, aparece una estenosis del canal raquídeo, como fase final de este proceso. Suele aparecer por encima de los 65 años.



FIGURA 21.FASE DE ESTABILIZACIÓN. PODEMOS APRECIAR CON CLARIDAD LA ESTENOSIS DE CANAL

1.7. HERRAMIENTAS DE DETECCIÓN DE LA DEGENERACIÓN LUMBAR

Los procesos degenerativos lumbares conllevan una serie de signos radiológicos fácilmente reconocibles en técnicas de imagen. Sin embargo, su correlación con el dolor lumbar es controvertida, puesto que muchos pacientes asintomáticos presentan alteraciones radiológicas.

Ante un enfermo con dolor lumbar, será importante entender primero la fisiopatología del dolor y los cambios anatómicos que se producen en el proceso degenerativo, para así poder elegir la técnica radiológica más adecuada en la evaluación del enfermo, puesto que cada técnica es distinta y supone una serie de ventajas e inconvenientes.

Vamos a estudiar cuáles son los cambios que aparecen en las imágenes de Radiología Simple, Tomografía Computada y Resonancia Magnética.

1.7.1. Radiología simple

La Radiología Simple es una técnica accesible que permite detectar alteraciones óseas. Sin embargo, ante un cuadro de lumbalgia aguda, el estudio radiológico es habitualmente normal, o muestra hallazgos óseos que son incidentales más que la causa del problema.

En caso de fracturas o aplastamientos vertebrales supone el diagnóstico del proceso. En el caso de discopatía degenerativa y artrosis interfacetaria podemos apreciar signos directos e indirectos de esta degeneración, tales como:

- Disminución del espacio intersomático. Indica de forma indirecta la pérdida de altura del disco por el fenómeno de deshidratación, sus consecuencias y su gravedad. Visible en imágenes en AP y Lateral.
- En ocasiones pueden observarse cambios erosivos en los platillos vertebrales.
- Presencia de osteofitos marginales. Típico de la artrosis que intenta estabilizar el proceso degenerativo en AP y lateral
- Esclerosis y geodas.
- Alteraciones degenerativas en las carillas articulares. Hipertrofia que condiciona una disminución del agujero de conjunción, visible en Rx laterales y oblicuas.

Los hallazgos radiológicos son tardíos y tienden a infraestimar las alteraciones. Además, estudios interobservador han demostrado que, si bien la Radiología simple es capaz de mostrar signos de la degeneración Lumbar, su interpretación es muy variable en función del observador, por lo cual se desaconseja para el diagnóstico, por sí sola, de la enfermedad degenerativa del raquis.⁵²



FIGURA 22. RADIOLOGÍA SIMPLE. DEGENERACIÓN LUMBAR. SE APRECIAN OSTEOFITOS MARGINALES, ESCLEROSIS SUBCONDRA Y UNA DISMINUCIÓN DEL ESPACIO DE CONJUNCIÓN

En 1944, Knutsson examinó radiografías laterales de columna en extensión y flexión forzadas, demostrando de esta manera la inestabilidad segmentaria⁵³. Esta inestabilidad se define como la pérdida de la capacidad de la columna vertebral de mantener unos patrones de desplazamiento normales bajo cargas fisiológicas, sin en principio existir déficit neurológico inicial o adicional, deformidad llamativa o dolor incapacitante.⁵⁴

Con estas radiografías simples, realizadas en bipedestación, en posiciones de flexión y extensión máxima del raquis, en el plano sagital, podemos evaluar si se producen desplazamientos anormales. Debido a su simplicidad, elevada disponibilidad y a su bajo coste, son aún hoy el método más utilizado para evaluar la inestabilidad segmentaria³⁴. Esta inestabilidad viene determinada por la degeneración del complejo triarticular, se denomina también espondilolistesis degenerativa.

La espondilolistesis degenerativa suele producir cuadros agudos y recurrentes de dolor lumbar producidos por esfuerzos mecánicos.³⁴



FIGURA 23. RADIOLOGÍA SIMPLE. ESPONDILOLISTESIS DEGENERATIVA

1.7.2. TAC

Permite una evaluación de más resolución del tejido óseo, encontrándonos: irregularidad en los procesos articulares, deformidad, hipertrofia articular, quistes subcondrales y pinzamiento del espacio articular.

También es posible identificar cambios en los tejidos blandos, como abombamiento discal, hipertrofia del ligamento amarillo, espondilolistesis o estenosis del canal lumbar⁵⁵. Sin embargo, dada su alta tasa de radiación que conlleva, así como su limitación a la hora de valorar tejidos blandos, habitualmente se usa poco para valorar la patología lumbar degenerativa.

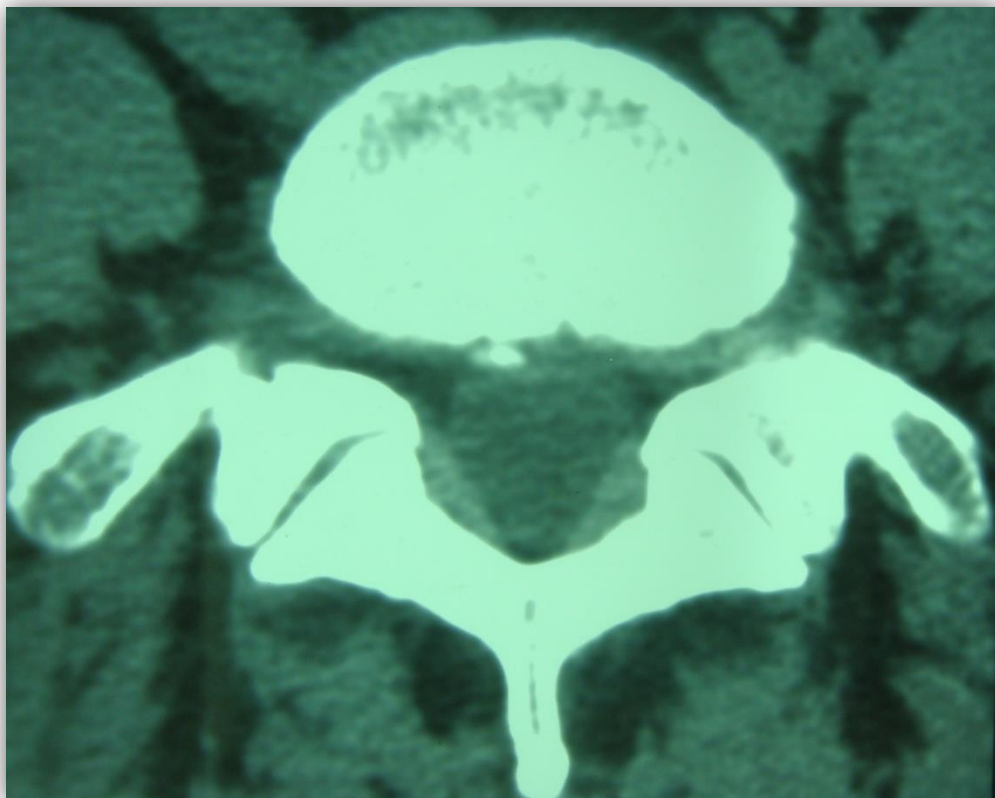


FIGURA 24. CORTE AXIAL DE TAC DONDE SE APRECIA IRREGULARIDAD EN LOS PROCESOS ARTICULARES, DEFORMIDAD E HIPERTROFIA ARTICULAR

1.7.3. Resonancia Magnética

Las imágenes de RM suponen numerosas ventajas, puesto que no son invasivas, permiten una visualización multiplanar y evalúan segmentos muy extensos. Además, son las únicas que permiten estudiar en profundidad elementos ligamentosos y cartilaginosos, permitiendo valorar correctamente la situación tanto de las articulaciones como del disco intervertebral.⁵⁶

Para aumentar su rendimiento, se suelen utilizar imágenes potenciadas en T2 con técnicas de supresión grasa.⁵⁷

Se utiliza el plano sagital y el axial.

1.7.3.1. Plano sagital

Con la RM, podemos observar signos de degeneración discal^{47, 55}, tales como:

- Pérdida de altura intersomática
- Cambio de intensidad en T2 por la deshidratación, el disco va cambiando de color, pasando de blanco a diferentes intensidades de grises hasta verse negro en estados avanzado de deshidratación. En fases tempranas se aprecia una hendidura intranuclear, que consiste en una línea intranuclear, que aparece como una banda hipointensa en el núcleo pulposo, y traduce una ruptura transversa de las fibras nucleares⁵⁸. Estos cambios en la intensidad de señal se correlacionan con cambios a nivel macroscópico e histológico.^{59, 60, 61}
- Fisuras del anillo fibroso, precursoras de las protusiones que aparecen como áreas hiperintensas en T2 situadas en la porción más externa del anillo fibroso.
- Abombamiento del disco en el canal o en los forámenes. Si es leve estaríamos ante la protusión discal, y si es más grave sería una herniación discal: dependiendo del

grado de extrusión del núcleo pulposo, la protusión además es de base amplia mientras que la hernia es más voluminosa y de base estrecha. Pueden ser laterales o centrales, y afectar o no a la salida de la raíz nerviosa.

- Migración del disco: con desplazamiento de una porción del disco herniado.
- Secuestro del disco: aparece pérdida de continuidad entre el disco y el fragmento libre.



FIGURA 25. RESONANCIA MAGNÉTICA NUCLEAR. APRECIAMOS PÉRDIDA DE ALTURA INTERSOMÁTICA, CAMBIOS EN LA INTENSIDAD DE SEÑAL, HENDIDURA INTRANUCLEAR Y PROTUSIÓN DISCAL EN SEGMENTOS INFERIORES.

Además la RM también nos permite observar cambios a nivel óseo, como osteofitos, pinzamiento de los espacios articulares, esclerosis subcondral y espondilolistesis.⁶²

Los cambios que observemos en la RM deberemos considerarlos con prudencia, puesto que como hemos comentado, el número de falsos positivos es alto.

De hecho, hasta un 30% de individuos sanos presentan alteraciones en la RM de columna^{12, 34}. Sin embargo, sí se ha visto que los pacientes con lumbalgia presentan más cambios degenerativos a nivel discal que los pacientes asintomáticos⁶³, y que la degeneración del disco intervertebral está relacionada con el dolor lumbar.⁶⁴

En cuanto a la pérdida de la intensidad de señal del disco, efectivamente esta se produce como consecuencia del envejecimiento fisiológico del individuo. Sin embargo, el cambio en la intensidad de señal suele estar distribuido de forma homogénea en las distintas unidades⁶⁵. Sether describió en 1990 que aunque la edad suponga una pérdida en la intensidad de señal del disco, la produce en mucha menor medida que cuando la unidad sufre una degeneración patológica. Por tanto, si la pérdida de intensidad de señal afecta solo a una unidad nos orientará a que en dicha unidad ocurre algo patológico. Este hallazgo, la aparición de un “disco negro” ha sido relacionado con el dolor discógeno.⁶¹

Otros signos, como la esclerosis de los platillos intervertebrales y la aparición de osteofitos, tendrán un peso mayor en la justificación del dolor, puesto que indican un estadio avanzado en el proceso degenerativo.

Esta técnica, por tanto se considera el método de elección para la evaluación de elementos compresivos, tales como hernias del núcleo pulposo o quistes sinoviales del arco posterior.

Con respecto a la inestabilidad segmentaria, recientemente se ha introducido la RM cinética, que permite la exploración del paciente en bipedestación y en distintas posiciones, como flexión y extensión, y con la posibilidad de someterlo a cargas axiales.^{34, 66}

Esta técnica, si bien es bastante menos accesible que las radiografías dinámicas, supone una excelente herramienta para valorar la espondilolistesis degenerativa, y puede ser una gran alternativa de cara a la investigación en esta patología.^{18, 34, 66}

1.7.3.2. Plano axial

La RM es muy útil para valorar el dolor facetario, permitiendo evaluar el estado de la articulación y diagnosticando otra serie de hallazgos como la presencia de quistes sinoviales.¹²

Las proyecciones donde mejor podemos evaluar las apófisis articulares se dan en el plano axial, pudiendo valorar los cambios artrósicos de la articulación tales como sinovitis, pinzamiento del espacio articular, aumento del diámetro articular anteroposterior y lateral, presencia de osteofitos, esclerosis subcondral e hipertrofia articular. A veces esta hipertrofia es tan severa que condiciona una estenosis de canal.⁶⁷

La RM podría considerarse la técnica de elección en la evaluación de los fenómenos degenerativos del raquis⁶⁸. Sin embargo, su elevado coste y su baja disponibilidad hacen difícil la evaluación del enfermo, sobre todo si tenemos en cuenta que la mayor parte de los cuadros de lumbalgia son autolimitados. Sin embargo, se hace indispensable en cuadros de lumbalgia de larga evolución, al ser la técnica con mayor resolución para evaluar este tipo de procesos.

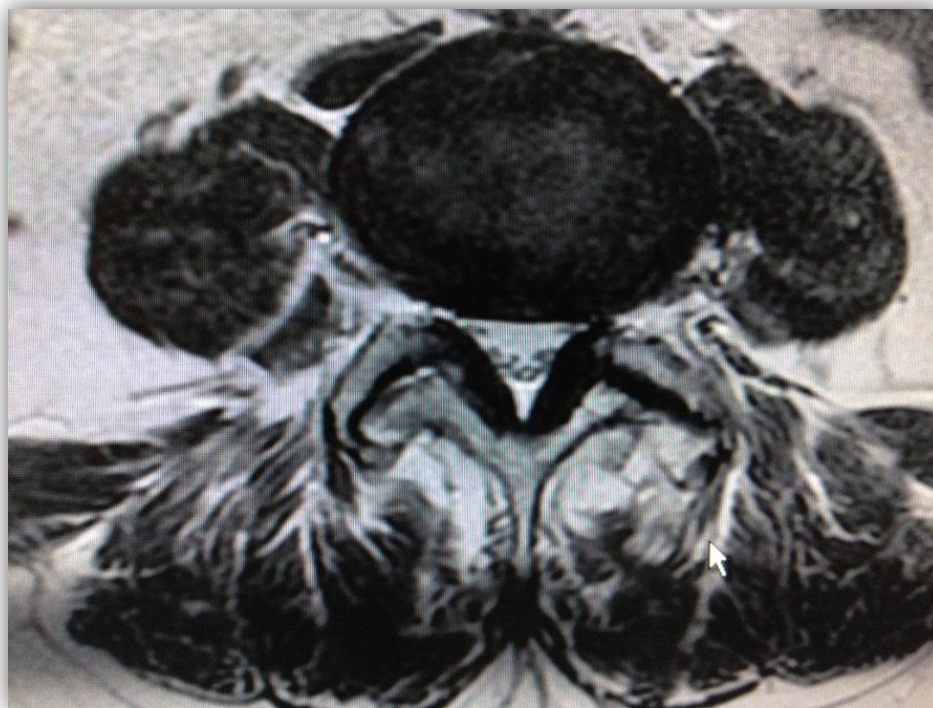


FIGURA 26. RESONANCIA MAGNÉTICA NUCLEAR. ARTROSIS DE LOS PROCESOS ARTICULARES

1.8. SISTEMAS DE EVALUACIÓN DE LA DEGENERACIÓN LUMBAR

Numerosos autores han tratado de agrupar estos cambios degenerativos que encontramos a nivel radiológico o anatomopatológico, tratando de ponderar de alguna manera los grados de degeneración que encontramos en la columna del paciente, para hacernos una idea de la severidad del proceso que presenta y poder actuar en consecuencia.⁶⁹

Para hablar de degeneración lumbar, y ya que ésta afectaba tanto a elementos óseos como cartilaginosos, se acuñó el término de osteocondrosis vertebral.

En 1985, Resnick describió seis fases en el proceso de osteocondrosis vertebral, basándose en criterios anatomopatológicos, a saber:⁷⁰

- Degeneración hialina y adelgazamiento del disco intervertebral.
- Microfracturascondrales.
- Activación condroblástica.
- Neovascularización reactiva subcondral.
- Desmineralización de las trabéculas óseas.
- Osteoesclerosis.

Por su parte Modic, en 1988, clasificó también la osteocondrosis vertebral utilizando criterios tanto anatómicos como radiológicos, y estableció tres patrones degenerativos.⁵⁹

Patrón de Modic tipo I

- Patrón vascular.
- Discovertebritis o espondilodiscitis con reacción inflamatoria del hueso asociada a degeneración discal.
- Puede ser reversible.
- Las plataformas aparecen hipointensas en T1 e hiperintensas en T2.

Patrón de Modic tipo II

- Patrón graso.
- Aparecen cambios en la médula ósea subcondral.
- Existe desmineralización
- Las plataformas aparecen hiperintensas tanto en T1 como en T2.

Patrón de Modic tipo III

- Patrón esclerótico.
- Cambios en la médula ósea subcondral.
- Existe desmineralización.
- Plataformas hipointensas tanto en T1 como en T2.

	T1	T2	Significado
Modic 1	Hipointenso	Hiperintenso	Inflamación y edema
Modic 2	Hiperintenso	Isointenso/ levemente hiperintenso	Degeneración grasa
Modic 3	Hipointenso	Hipointenso	Esclerosis subcondral

FIGURA 27. CLASIFICACIÓN MODIC PARA LA OSTEOCONDROSIS VERTEBRAL

En 2006, Kettler A. realizó una revisión de los sistemas de clasificación existentes para degeneración del disco cervical o lumbar y facetaria ⁷¹. Investigó sistemas de gradación basados en criterios anatomopatológicos y radiológicos, analizando su rigor científico y sus índices de confianza intra e interobservador. De 42 sistemas de clasificación que estudió, pudo recomendar sólo unos pocos, de los cuales vamos a hablar a continuación.

Con respecto a los sistemas de gradación radiológicos, que son los que nos ocupan, tenemos que han sido varios los autores que han tratado de establecer sistemas de gradación de la degeneración del raquis basándose en imágenes radiológicas.

Pfirrmann, en 2001, estableció un sistema de gradación de la degeneración del disco intervertebral, al ser observado en imágenes de RM potenciadas en T2. Considera 5 grados ordenados de menor a mayor gravedad.⁷²

- Grado I: Disco sano. Aparece homogéneo e hiperintenso en T2, de color blanco brillante. Altura normal del disco.
- Grado II: Disco hiperintenso, pero no homogéneo. Sigue manteniendo una altura normal y puede diferenciarse el núcleo del anillo fibroso.
- Grado III: Aparece una señal de intensidad intermedia, en un color grisáceo. No puede distinguirse correctamente el núcleo del anillo fibroso, y la altura del disco puede estar conservada o aparecer discretamente disminuida.
- Grado IV: El disco aparece hipointenso, de color gris oscuro y no homogéneo. Se ha perdido la diferencia entre núcleo y anillo fibroso, y la altura del disco puede ser normal o estar moderadamente disminuida.
- Grado V: La estructura del disco sigue siendo heterogénea, con una señal hipointensa que aparece negra en T2. No hay distinción entre núcleo y anillo fibroso, y el espacio del disco aparece colapsado.

Griffith JF modificó la clasificación de Pfirrmann, estableciendo 8 grados de afectación discal, con los cuales se discriminaba mejor la gravedad de la degeneración del disco en sujetos de edad avanzada.⁷³

Ambas clasificaciones, Pfirrmann y Pfirrmann modificada (Griffith), han sido la base de los sistemas de gradación de la degeneración discal hasta la actualidad.

En Febrero de 2015, Reisenburger presentó un sistema de clasificación nuevo para degeneración discal, que incorporaba a los sistemas de Pfirrmann y Griffith variables que incluían cambios de tipo Modic, zona de alta densidad o reducción considerable de la altura vertebral.⁷⁴

Con respecto a la degeneración interfacetaria, también han sido muchos los autores que han tratado de establecer criterios para clasificar los cambios degenerativos que aparecían en las carillas interarticulares.

Kettler sólo recomendó el sistema de clasificación de Weishaupt de 1999, que utilizaba un sistema de puntuación basado en una escala de 4 puntos para valorar la degeneración lumbar interfacetaria. Su estudio trató de establecer si había concordancia entre las imágenes de RM y las de TAC y estableció que, al existir buena concordancia en presencia de RM, no hacía falta usar la TAC para evaluar correctamente la articulación interfacetaria.⁷⁵

Sin embargo, Kettler no incluyó en su estudio un artículo que a nosotros sí nos ha parecido relevante señalar, por su originalidad y su alta tasa de fiabilidad; es el sistema de gradación de Luiz Pimenta.

En 2005 Luiz Pimenta clasificó la degeneración de las carillas articulares estableciendo cuatro grados que se corresponden con los estadios de dicho proceso⁶⁸. Esta clasificación la realiza en los cortes axiales de RM. Describe:

- Grado 0: Normalidad. No aparece líquido interfacetario ni osteofitos laterales. La parte articular está conservada.
- Grado 1: Aumento de la longitud del eje longitudinal. Presencia de líquido interfacetario. Esclerosis facetaria.
- Grado 2: Aumento del diámetro transversal de la articulación, disminución del espacio interfacetario menor del 50%.
- Grado 3: Aumento del diámetro longitudinal y transversal de la articulación. Espacio interfacetario disminuido más del 50%, engrosamiento de la cápsula

articular, anquilosis facetaria, osteofitos laterales y presencia de otros cambios degenerativos del arco posterior.

Los estudios intraobservador e interobservador de Luiz Pimenta demostraron altas tasas de concordancia.

Hemos visto diversos autores que han tratado de establecer distintos sistemas de gradación de degeneración discal y facetaria. Sin embargo, pese a nuestra búsqueda bibliográfica, no hemos encontrado ningún sistema que integre la degeneración discal y articular, valorando el complejo triarticular en su conjunto.

En los informes radiológicos actuales se describen las alteraciones degenerativas del raquis lumbar describiendo, espacio por espacio, las alteraciones observadas. El lector va haciéndose poco a poco una idea de en qué estado se encuentra la columna del paciente, siendo difícil cuantificar la situación de la degeneración en cada unidad funcional, y menos aún de forma global la situación de todas las unidades que lo integran.

1.9. CLASIFICACIÓN NUMÉRICA

Proponemos un nuevo sistema de gradación de los cambios degenerativos del raquis lumbar, basado en imágenes de Resonancia Magnética.

Este sistema de gradación puntuará en base a su gravedad los cambios degenerativos observados a nivel del disco intervertebral que estudiaremos en cortes sagitales, y a nivel de las apófisis articulares, que valoraremos en cortes axiales.

Sumando ambas puntuaciones obtendremos una puntuación total, que será más elevada cuanto más graves sean los cambios degenerativos de la unidad estudiada, de modo que nos permita de forma rápida y sin necesidad de leer la descripción pormenorizada del informe radiológico, hacernos una idea de la situación degenerativa que presenta dicha unidad.

Dado que integra cambios discales con articulares, cosa que en principio no se ha hecho anteriormente, nos permite valorar el complejo triarticular en su conjunto.

En primer lugar es importante aclarar que nos referiremos a unidades y no a espacios, basándonos en la Unidad Funcional descrita por Parke^{68, 19} y a la que tantas veces nos hemos referido. Así:

- La unidad 1 corresponderá al espacio L1-L2
- La unidad 2 corresponderá al espacio L2-L3
- La unidad 3 corresponderá al espacio L3-L4
- La unidad 4 corresponderá al espacio L4-L5
- La unidad 5 corresponderá al espacio L5-S1

Una vez nos situamos en una unidad, buscaremos si aparecen en ella alteraciones degenerativas, puntuándolas en función de su gravedad.

Estudiaremos primero cortes sagitales en los cuales valoraremos los cambios que aparecen en el disco intervertebral, tales como deshidratación, protusión o herniación discal. Obtendremos la siguiente puntuación en función de estos cambios:

- 0: Disco sano. Brillante y blanco



FIGURA 28.DISCO SANO

- 1: Pérdida de brillo. El disco muestra signos de deshidratación. Podremos observar hendidura intranuclear, disco gris o negro, pero sin que aparezca protusión en la parte posterior de la vértebra.



FIGURA 29. PUNTUACIÓN 1. EN UNIDAD 5 DISCO NEGRO. UNIDAD 4 HENDIDURA INTRANUCLEAR

- 2: Protusión discal. Apreciamos un prolapso posterior menor de un 20% del diámetro transverso del disco



FIGURA 30.PUNTUACIÓN 2. EN UNIDAD 4 VEMOS PROTUSIÓN DISCAL

- 3: Herniación discal. Hernia discal evidente



FIGURA 31.PUNTUACIÓN 3. EN UNIDAD 3 VEMOS HERNIACIÓN DISCAL.

Una vez obtenida la puntuación en el plano sagital, nos iremos al plano axial, en el cual valoraremos las articulaciones interfacetarias. Tendremos en cuenta la aparición de cualquier cambio de tipo artrósico, como la presencia de líquido intraarticular, el aumento del diámetro articular, la aparición de osteofitos o esclerosis subcondral. Consideraremos en este plano:

- 0: Ausencia de cambios artrósicos. Articulación sana

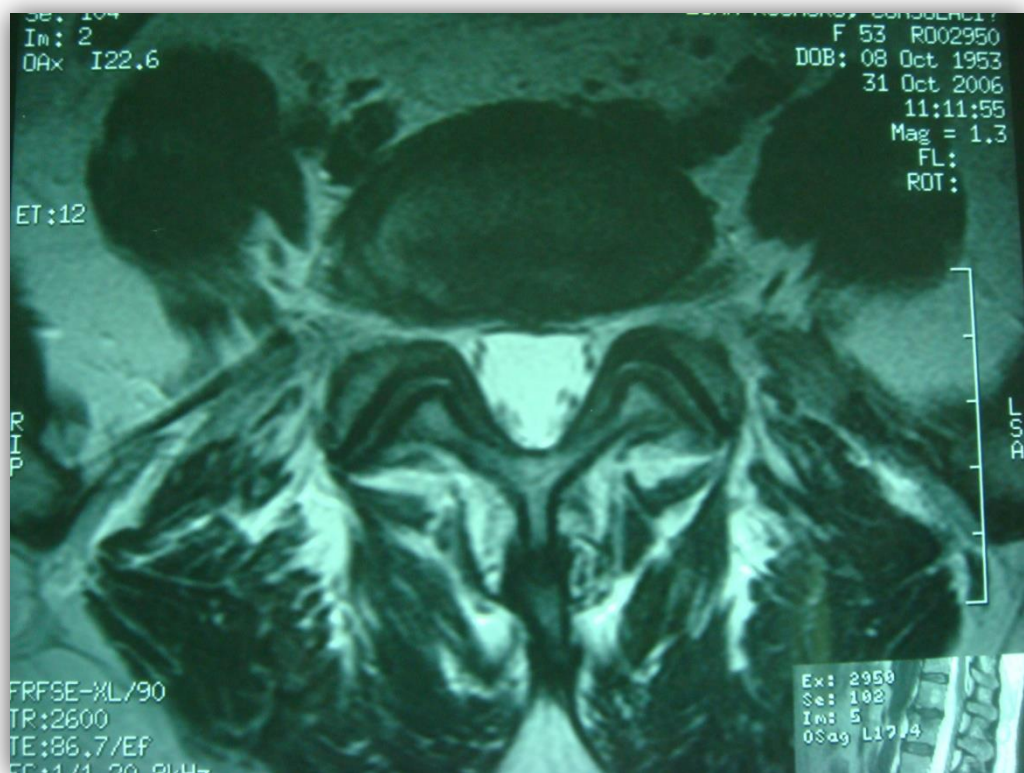


FIGURA32. ARTICULACIÓN SANA

- 4: Pondremos esta puntuación a cualquier cambio de tipo artrósico anteriormente descrito.

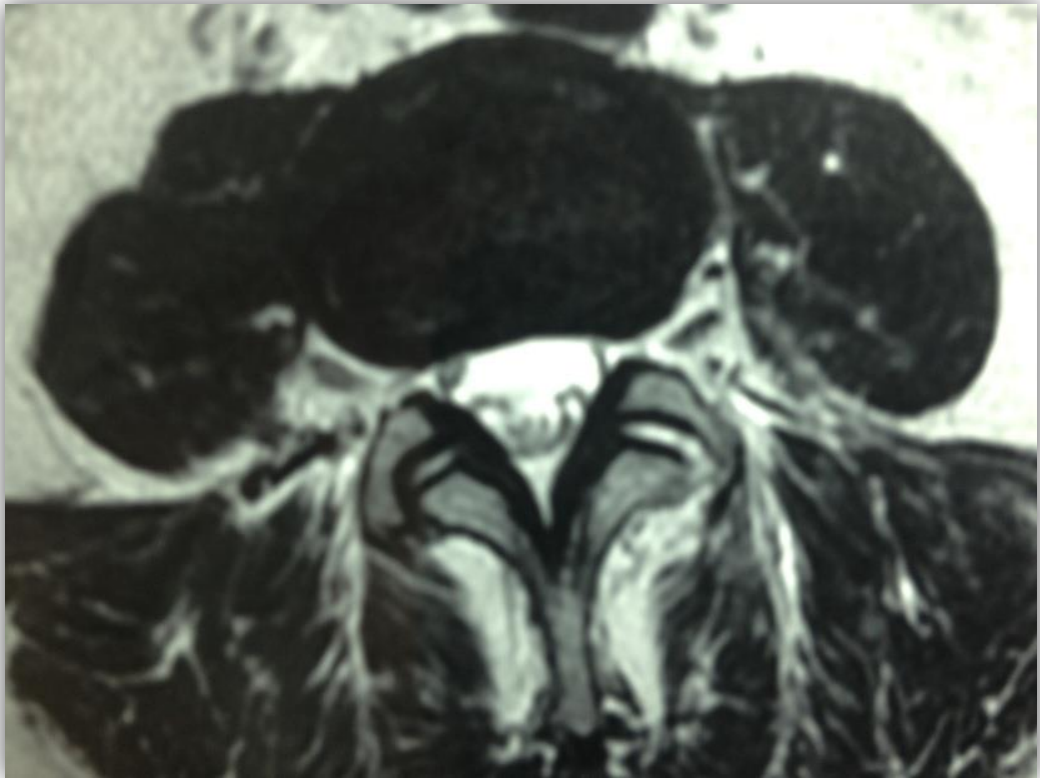


FIGURA 33.PUNTUACIÓN 4. APRECIAMOS SINOVITIS CON LÍQUIDO LIBRE Y AUMENTO DEL DIÁMETRO ARTICULAR.

- 5: Hipertrofia articular que condiciona una estenosis del canal medular



FIGURA 34. PUNTUACIÓN 5. LA ARTROSIS ARTICULAR HA CONDICIONADO UNA ESTENOSIS DE CANAL.

Una vez obtenidas ambas puntuaciones en planos sagitales y axiales por cada unidad, procederemos a sumarlas obteniendo una puntuación final que nos dará una idea global del estado degenerativo del espacio estudiado.

En función de la puntuación obtenida consideraremos:

- 0: no hay patología. NORMAL
- 1, 2, 3 y 4: degeneración LEVE
- 5 Y 6: degeneración MODERADA
- 7 y 8: degeneración GRAVE

1.10. PATRÓN LUMBAR

Con la valoración de cada unidad se obtiene una fórmula que corresponde a la valoración degenerativa del raquis lumbar del enfermo. Esta fórmula se construye poniendo el valor obtenido en cada unidad de derecha a izquierda, comenzando por la unidad 5.

Consideraremos un Patrón Lumbar Normal si no hay ninguna unidad que supere la puntuación de 5.

Pe.: PLN: 3/2/1/0/1

En el Patrón Lumbar Degenerativo (PLD) tendremos una o más unidades que superen la puntuación de 5. Dependiendo de cuantas unidades sean tendremos distintos PLD. Así, por ejemplo:

PLD 1: **5/3/4/1/1**

PLD 2: **5/8/4/1/1**

PLD 3: **5/8/4/1/5**

PLD 4: **5/8/4/6/5**

PLD 5: **5/8/6/6/6**

De esta manera podemos determinar la gravedad de la degeneración del raquis lumbar en su conjunto, de manera rápida y sencilla.

Nuestra intención es utilizar la clasificación numérica de las alteraciones degenerativas del raquis lumbar, y así poder obtener un patrón lumbar individual que agrupe todas las alteraciones de cada unidad, tanto si estas son discales como articulares, pudiendo así determinar en conjunto en qué situación degenerativa lumbar se encuentra el individuo en el momento de la observación.

1.11. ESTUDIO INTRAOBSERVADOR DEL PLD

Antes de plantear esta tesis, y una vez ideado el sistema de gradación numérica de las alteraciones degenerativas del raquis lumbar, realizamos un estudio previo que demostró su fiabilidad intraobservador. Así, en 2014, estudiamos la RM de 20 pacientes escogidos al azar, sin tener en cuenta edad o sexo, pero con una característica común: la de presentar lumbalgia crónica. Este estudio se repitió en tres ocasiones en intervalos de tres semanas, por el mismo observador.¹⁴

En total se estudiaron de forma general 300 unidades del raquis lumbar, utilizando imágenes de RM potenciadas en T2 en el plano sagital y axial, como usaremos en el presente estudio.

Se utilizó la clasificación numérica descrita para valorar cada unidad funcional y, posteriormente, se estudió en conjunto las cinco unidades de cada paciente que conforman el Patrón Lumbar Degenerativo.

Una vez recogidos los resultados se realizó un análisis de frecuencias con tablas de contingencia. En el caso de tablas NXN calculamos el índice Kappa, considerando adecuado un valor de Kappa > 0.7.

En caso de que las tablas no fueran cuadradas, se realizó un recuento de los porcentajes.

El análisis se llevó a cabo con el programa SPSSv.18. Los análisis fueron significativos para un valor alfa < 0.05, y por tanto se concluyó que se trataba de un sistema fiable y reproducible que facilitaba la evaluación integral del raquis lumbar.

Los resultados de este estudio, nos alentaron enormemente a continuar trabajando en esa línea, lo cual nos impulsó a plantear este análisis interobservador para terminar de evaluar nuestro sistema y dar pie a las infinitas posibilidades que éste plantea.

2. Hipótesis

HIPÓTESIS

Presentar una nueva forma de gradación de la degeneración lumbar basada en una clasificación numérica y demostrar su utilidad y su concordancia mediante un estudio interobservador.

3. Objetivos

OBJETIVOS

1. Nuestro objetivo principal es demostrar la validez de la clasificación propuesta mediante un estudio interobservador y el análisis estadístico de los resultados obtenidos.
2. Valorar mediante un análisis de regresión si el tipo de observador influye en las observaciones.

4. Material y Método

MATERIAL Y MÉTODO

Se ha realizado un estudio observacional de la columna lumbar de 25 pacientes cuya característica fundamental es que presentaban lumbalgia crónica, y que tras recibir tratamiento estaban siendo evaluados para incluir en lista de espera quirúrgica.

Los pacientes eran 11 hombres y 14 mujeres

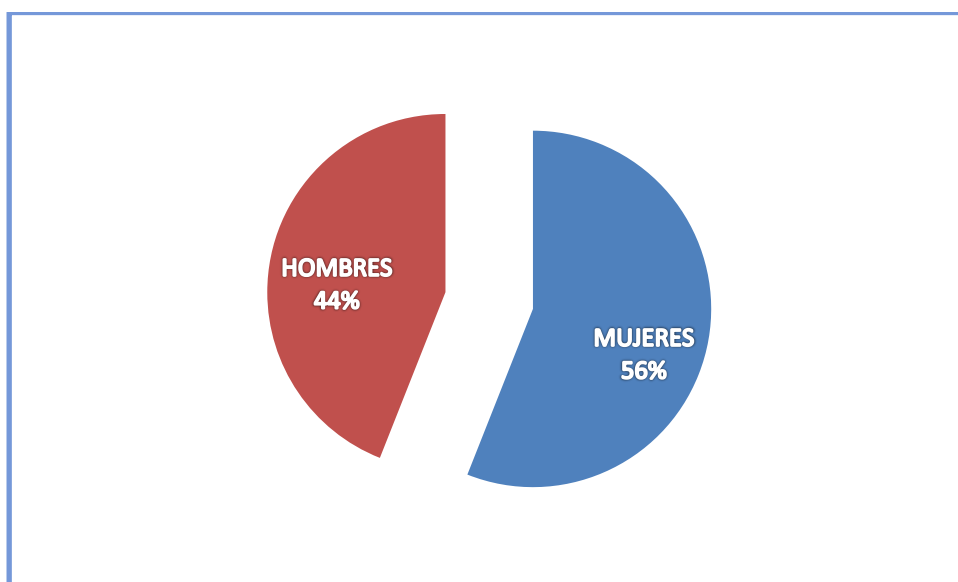


FIGURA 35. CARACTERÍSTICA DE LA MUESTRA ESTUDIADA

La edad media en total fue de 55,56 años, en un rango de 17 a 77. En los hombres de 53,45, oscilando entre 17 y 73 años, y en las mujeres de 57,21 con un rango de 25 a 77 años.

Las imágenes utilizadas han sido RM potenciadas en T2 con supresión grasa, utilizando planos sagital y axial.

Las imágenes han sido valoradas por 12 observadores, valorándose en total 1500 unidades, 125 por observador.

Los observadores que han realizado el estudio son por una parte facultativos especialistas en radiología y traumatología, con dedicación a columna, que están familiarizados con la visualización de alteraciones degenerativas del raquis lumbar con RM. Por otra parte, también han realizado observaciones dos facultativos no familiarizados con la evaluación radiológica de la columna lumbar.

Todos ellos han sido aleccionados sobre la manera de valorar las alteraciones radiológicas según la clasificación numérica propuesta en este estudio.

Hemos diseñado una ficha donde se recogen los datos distribuyéndolos en tres columnas. A saber:

- 1) Evaluación de la degeneración discal en el plano sagital, con puntuaciones que pueden ser 0,1,2 ó 3.
- 2) Evaluación de las articulaciones interfacetarias en el plano axial. La puntuación podrá ser 0, 4 ó 5.
- 3) Sumatorio de las cifras obtenidas en las 1ª y 2ª columnas, obteniendo la cifra de puntuación de la unidad, que variará entre 0 y 8.

Plano sagital	Plano axial	Sumatorio
0,1,2,3	0,4,5	0-8

TABLA 1.PUNTUACIONES EN PLANO SAGITAL, AXIAL Y GLOBAL

De los resultados obtenidos podremos deducir los cambios observados por el examinador. Así tendríamos:

- El 8 supondría una afectación sagital de 3 con una axial de 5, lo cual se traduce en una hernia discal con una estenosis de canal asociada.
- El 7 corresponde a una degradación sagital de 3 con una axial de 4, lo cual se traduce en una hernia discal con afectación articular.

- Si obtenemos un 6 hablaríamos de una afectación sagital de 2 con una axial de 4, que quiere decir que aparece una protusión discal con afectación de la articulación.
- El 5 es la única puntuación que admite varias interpretaciones. Bien una estenosis de canal aislada; sagital 0 con axial 5, bien una alteración en la intensidad de señal del disco con afectación articular, que correspondería a afectación sagital 1 con axial de 4.
- Con el 4 tendríamos una afectación articular pura, con sagital 0, axial 4.
- El 3 corresponde a una hernia discal.
- El 2 corresponde a una protusión discal.
- El 1 correspondería a una alteración en la señal del disco.
- El 0 sería aplicable a la unidad sana.

Por tanto, podemos deducir de la escala numérica si la afectación es discal, articular o mixta.

Estableceremos los grados de afectación en función de la puntuación obtenida en los siguientes términos:

- Afectación leve, si la puntuación es igual o menor de 4
- Afectación moderada, cuando tenemos un 5 ó 6
- Afectación severa, en caso de 7 u 8

Una vez obtenida la puntuación de cada unidad funcional, se diseñará una fórmula para hablar del Patrón Lumbar.

Para identificar la unidad empezaremos siempre por la más caudal, que correspondería a la unidad 5, escribiendo de derecha a izquierda las numeraciones obtenidas en cada unidad y separando las unidades por una barra.

Consideraremos el Patrón Lumbar con un número obtenido en función del número de unidades que aparezcan con una afectación mayor del 5. Así, un PLD 5 será un patrón lumbar en el que todas las unidades contarán con una puntuación igual o superior a 5, mientras que un PLD 3 tendrá tres de las cinco unidades con afectación moderada/severa.

4.1. TRATAMIENTO ESTADÍSTICO DE LOS DATOS.

La similitud en la valoración de los distintos observadores se analiza utilizando los estadísticos habituales en la literatura: el porcentaje de concordancia y el estadístico Kappa.

El porcentaje de concordancia informa de la proporción de observadores para los que se obtiene, para cada paciente o para el conjunto de los mismos, una valoración coincidente.

Por su parte, el estadístico Kappa, propuesto inicialmente por Cohen en 1960 (76), corrige la concordancia observada en la valoración de los distintos observadores por la probabilidad de que dicha coincidencia se haya producido de manera casual, utilizando para ello las frecuencias relativas de respuesta observadas. En el análisis posterior ofrecemos el valor del estadístico Kappa adaptado a la situación en la que hay más de dos evaluadores.

Cabe, no obstante, destacar que el valor proporcionado por el estadístico Kappa puede, en el contexto del presente estudio, proporcionar una cota inferior al verdadero porcentaje de concordancia libre de azar.

La justificación de este argumento radica en la naturaleza seleccionada tanto de la muestra de pacientes (estado pre-operatorio), como de la muestra de observadores (facultativos con experiencia profesional). En este escenario, el concepto de “azar” que subyace al cálculo del estadístico convencional Kappa ha de ser, a nuestro juicio, revisado para informar de la naturaleza seleccionada de las muestras de sujetos y evaluadores. Un tercer argumento que justifica que el estadístico Kappa convencional proporciona una cota inferior al verdadero porcentaje de concordancia libre de azar o aleatoriedad es el reducido número de valores que toma la variable dependiente, esto es, el nivel de severidad del paciente.

Este argumento es particularmente importante en el caso de la valoración de cortes axiales, para las que tan solo consideramos tres niveles de severidad en la valoración.

Es por ello que el presente estudio ofrece dos medidas del estadístico Kappa: la convencional adaptada a múltiples observadores y una medida que corrige a la anterior en la naturaleza seleccionada de la muestra de pacientes.

La medida a nuestro juicio más adecuada para informar del grado de coincidencia entre observadores en el presente contexto es el porcentaje de concordancia.

Esto es así porque el concepto de azar que subyace al Kappa no es, en nuestra opinión, aplicable en el presente contexto por el perfil de los evaluadores y, sobre todo, por la naturaleza seleccionada de la variable independiente que, junto al reducido número de valores de la variable dependiente, conduce de forma inequívoca los valores del estadístico Kappa a cero, provocando discrepancias difíciles de entender de otra forma con el porcentaje de concordancia, sobre todo en el caso de las axiales.

Finalmente, realizamos un análisis de regresión en el que explicamos la valoración realizada por los distintos facultativos a partir de un conjunto de variables indicadoras que informan de la especialidad del facultativo. El objetivo de este análisis es contrastar estadísticamente la hipótesis de que la valoración obtenida con este procedimiento es, en media, independiente de la especialidad del facultativo.

5. Resultados

5.1. RESULTADOS OBTENIDOS DE CADA OBSERVADOR. SAGITAL, AXIAL, TOTAL Y PLD.

Vamos a introducir primero los resultados obtenidos por cada observador en la ficha de datos:

Observador 1:

OBS.	U5			U4			U3			U2			U1		E	PLD
1	5 S	5A	5T	4S	4A	4T	3S	3A	3T	2S	2A	2T	1S	1A	1T	
1	1	0	1	2	0	2	2	4	6	2	0	2	1	0	1	1
2	2	4	6	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	0	1	1
3	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	4	5	0
4	2	4	6	3	4	7	1	4	5	1	4	5	1	0	1	2
5	1	4	5	2	4	6	1	4	5	1	4	5	1	0	1	1
6	2	4	6	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	0	1	1
7	1	4	5	3	4	7	1	4	5	1	4	5	1	0	1	1
8	2	4	6	2	4	6	2	4	6	1	4	5	1	0	1	3
9	2	4	6	2	4	6	3	4	7	3	5	8	2	4	6	5
10	1	4	5	1	5	6	1	4	5	1	4	5	1	0	1	1
11	2	4	6	2	5	7	1	4	5	1	4	5	1	0	1	2
12	2	4	6	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	0	5	1
13	2	4	6	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	0	1	1
14	3	4	7	3	5	8	2	5	7	1	4	5	3	4	7	4
15	1	4	5	2	4	6	3	4	7	1	4	5	1	4	5	2
16	2	4	6	2	4	6	3	4	7	1	4	5	1	4	5	3
17	2	4	6	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1
18	2	4	6	2	5	7	1	4	5	1	4	5	1	4	5	2
19	1	0	1	3	5	8	2	4	6	2	4	6	1	4	5	1
20	1	4	5	2	5	7	2	4	6	2	4	6	1	4	5	3
21	1	0	1	2	4	6	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1
22	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	0	1	1	0	1	0
23	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	0	1	0
24	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	4	5	0
25	2	4	6	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	0	1	1

TABLA 2. RESULTADOS OBTENIDOS POR EL OBSERVADOR N° 1.- EN AMARILLO VALORACIÓN SAGITAL, EN VERDE VALORACIÓN AXIAL, EN AZUL VALORACIÓN TOTAL Y EN ROJO PLD

Observador 2:

OBS.	U5			U4			U3			U2			U1			PLD
2	5 S	5A	5T	4S	4A	4T	3S	3A	3T	2S	2A	2T	1S	1A	T	
1	1	4	5	3	4	7	3	4	7	2	4	6	2	0	2	3
2	0	4	4	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	4	5	0
3	2	4	6	1	4	5	2	4	6	1	4	5	1	4	5	2
4	1	4	5	3	4	7	2	4	6	1	4	5	1	0	1	2
5	1	4	5	1	5	6	1	4	5	1	4	5	1	0	1	1
6	2	4	6	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1
7	1	0	1	3	4	7	2	0	2	2	0	2	1	0	1	1
8	2	4	6	2	4	6	2	4	6	1	4	5	1	4	5	3
9	2	4	6	2	4	6	2	4	6	2	5	7	2	4	6	5
10	1	4	5	1	5	6	1	4	5	1	4	5	1	0	1	1
11	1	4	5	1	5	6	1	5	6	1	4	5	1	0	1	2
12	2	4	6	2	4	6	1	4	5	1	4	5	1	0	1	2
13	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	0	1	0
14	3	4	7	3	5	8	2	5	7	1	4	5	2	5	7	4
15	3	4	7	3	4	7	2	4	6	1	4	5	1	0	1	3
16	1	4	5	3	4	7	1	4	5	1	0	1	1	0	1	1
17	2	4	6	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	0	1	1
18	1	5	6	2	5	7	1	4	5	1	0	1	1	4	5	2
19	2	0	2	3	5	8	2	5	7	1	4	5	1	4	5	2
20	1	4	5	2	5	7	2	5	7	1	4	5	1	4	5	2
21	1	4	5	2	4	6	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1
22	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	4	5	0
23	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	0	1	0
24	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	4	5	0
25	2	4	6	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	0	1	1

TABLA 3. RESULTADOS OBTENIDOS POR EL OBSERVADOR N° 2.- EN AMARILLO VALORACIÓN SAGITAL, EN VERDE VALORACIÓN AXIAL, EN AZUL VALORACIÓN TOTAL Y EN ROJO PLD

Observador 3:

OBS.	U5			U4			U3			U2			U1			PLD
3	5 S	5A	T	4S	4A	T	3S	3A	T	2S	2A	T	1S	1A	T	
1	1	4	5	1	4	5	2	4	6	2	0	2	2	0	2	2
2	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	0	1	1	0	1	0
3	2	4	6	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	0	1	1
4	1	4	5	2	4	6	1	4	5	1	0	1	1	0	1	1
5	1	4	5	1	5	6	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1
6	2	4	6	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1
7	2	0	2	3	4	7	1	4	5	1	0	1	1	0	1	0
8	2	4	6	2	4	6	2	4	6	1	4	5	1	0	1	3
9	2	4	6	2	4	6	2	4	6	3	5	8	2	0	2	4
10	1	4	5	1	5	6	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1
11	2	4	6	2	5	7	2	4	6	1	4	5	1	0	1	3
12	2	3	5	2	4	6	1	4	5	1	4	5	1	0	1	2
13	2	4	6	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	0	1	1
14	3	4	7	2	5	7	2	4	6	1	4	5	2	4	6	4
15	2	4	6	3	4	7	2	4	6	1	0	1	1	0	1	3
16	1	4	5	3	4	7	1	4	5	1	0	1	1	0	1	1
17	2	4	6	1	0	1	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1
18	2	4	6	2	4	6	2	4	6	1	4	5	1	4	5	2
19	2	0	2	3	5	8	2	4	6	2	4	6	1	4	5	3
20	1	4	5	1	5	6	2	4	6	2	4	6	1	0	1	3
21	1	0	1	2	4	6	1	4	5	1	0	1	1	0	1	1
22	1	0	1	2	4	6	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1
23	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	4	5	0
24	1	0	1	1	4	5	1	0	1	1	4	5	1	4	5	0
25	3	4	7	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	0	1	1

TABLA 4. RESULTADOS OBTENIDOS POR EL OBSERVADOR N° 3.- EN AMARILLO VALORACIÓN SAGITAL, EN VERDE VALORACIÓN AXIAL, EN AZUL VALORACIÓN TOTAL Y EN ROJO PLD

Observador 4:

OBS.	U5			U4			U3			U2			U1			PLD
4	5 S	5A	T	4S	4A	T	3S	3A	T	2S	2A	T	1S	1A	T	
1	1	4	5	2	4	6	2	4	6	2	0	2	2	0	2	2
2	2	4	6	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1
3	2	4	6	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	0	1	1
4	1	4	5	2	4	6	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1
5	1	0	1	1	5	6	1	4	5	1	4	5	1	0	1	1
6	1	4	5	3	4	7	1	4	5	1	0	1	1	0	1	1
7	2	0	2	3	4	7	1	4	5	1	4	5	1	0	1	1
8	2	4	6	2	4	6	2	4	6	1	4	5	1	0	1	3
9	2	4	6	2	4	6	3	4	7	3	5	8	2	0	2	4
10	1	4	5	1	5	6	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1
11	1	4	5	2	5	7	2	5	7	1	4	5	1	0	1	2
12	2	4	6	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	0	1	1
13	2	4	6	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	0	1	1
14	3	4	7	3	5	8	2	5	7	1	4	5	3	4	7	4
15	2	4	6	3	4	7	2	4	6	1	0	1	1	0	1	3
16	1	4	5	3	4	7	1	4	5	1	0	1	1	0	1	1
17	2	4	6	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	0	1	1
18	2	4	6	2	5	7	1	4	5	1	4	5	1	4	5	2
19	2	0	2	3	5	8	2	4	6	1	4	5	1	4	5	2
20	1	4	5	2	5	7	2	4	6	2	4	6	1	0	1	3
21	1	0	1	2	4	6	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1
22	2	4	6	1	4	5	1	4	5	1	0	1	1	0	1	1
23	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	0	1	0
24	1	4	5	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0
25	2	4	6	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	0	1	1

TABLA 5. RESULTADOS OBTENIDOS POR EL OBSERVADOR N° 4 .- EN AMARILLO VALORACIÓN SAGITAL, EN VERDE VALORACIÓN AXIAL, EN AZUL VALORACIÓN TOTAL Y EN ROJO PLD.

Observador 5:

OBS.	U5			U4			U3			U2			U1			PLD
5	5 S	5A	T	4S	4A	T	3S	3A	T	2S	2A	T	1S	1A	T	
1	1	4	5	2	4	6	2	0	2	2	0	2	2	0	2	1
2	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	4	5	0
3	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	0	1	0
4	1	4	5	3	4	7	1	4	5	1	4	5	1	0	1	1
5	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	0	1	0
6	2	4	6	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1
7	1	0	1	3	4	7	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1
8	2	4	6	2	4	6	2	4	6	1	4	5	1	0	1	3
9	2	4	6	2	4	6	3	4	7	3	5	8	2	3	5	5
10	1	4	5	1	5	6	1	4	5	1	4	5	1	0	1	1
11	1	4	5	1	5	6	3	5	8	1	4	5	1	0	1	1
12	2	4	6	2	4	6	1	4	5	1	4	5	1	0	1	2
13	2	4	6	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	0	1	1
14	3	4	7	3	5	8	2	4	6	1	4	5	3	4	7	4
15	2	4	6	2	4	6	1	4	5	1	4	5	1	4	5	2
16	2	4	6	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1
17	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	0	1	0
18	2	5	7	2	5	7	1	4	5	1	4	5	1	4	5	2
19	2	0	2	3	5	8	2	5	7	1	4	5	1	0	1	2
20	1	4	5	3	5	8	2	4	6	2	4	6	1	4	5	3
21	1	0	1	2	4	6	1	4	5	1	4	5	1	0	1	1
22	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	0	1	0
23	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	4	5	0
24	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0
25	3	4	7	2	4	6	1	4	5	1	4	5	1	4	5	2

TABLA 6. RESULTADOS OBTENIDOS POR EL OBSERVADOR N° 5.- EN AMARILLO VALORACIÓN SAGITAL, EN VERDE VALORACIÓN AXIAL, EN AZUL VALORACIÓN TOTAL Y EN ROJO PLD..

Observador 6:

OBS.	U5			U4			U3			U2			U1			PLD
6	5 S	5A	T	4S	4A	T	3S	3A	T	2S	2A	T	1S	1A	T	
1	0	5	5	3	5	8	2	5	7	2	5	7	1	4	5	3
2	2	4	6	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1
3	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1
4	1	5	6	3	4	7	1	4	5	1	4	5	1	0	1	2
5	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	4	5	0
6	2	4	6	2	4	6	1	4	5	1	4	5	1	4	5	2
7	1	4	5	3	4	7	2	4	6	1	4	5	1	0	1	2
8	1	5	6	2	5	7	2	4	6	2	4	6	1	0	1	4
9	1	5	6	1	4	5	2	4	6	3	4	7	1	4	5	3
10	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	0	1	0
11	1	4	5	1	5	6	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1
12	2	4	6	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1
13	2	4	6	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1
14	3	5	8	3	5	8	2	5	7	1	5	6	3	5	8	4
15	2	5	7	2	4	6	3	4	7	1	4	5	1	5	6	4
16	2	5	7	2	5	7	3	5	8	1	5	6	1	5	6	5
17	2	4	6	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1
18	3	4	7	3	5	8	1	4	5	1	4	5	1	4	5	2
19	3	4	7	3	5	8	2	4	6	1	4	5	1	4	5	3
20	1	4	5	2	4	6	2	4	6	2	4	6	1	4	5	3
21	1	4	5	2	4	6	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1
22	1	4	5	2	4	6	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1
23	1	4	5	2	4	6	2	4	6	1	4	5	1	0	1	2
24	1	4	5	2	4	6	2	4	6	1	4	5	1	4	5	2
25	3	5	8	3	4	7	1	4	5	1	4	5	1	4	5	2

TABLA 7. RESULTADOS OBTENIDOS POR EL OBSERVADOR N° 6 .- EN AMARILLO VALORACIÓN SAGITAL, EN VERDE VALORACIÓN AXIAL, EN AZUL VALORACIÓN TOTAL Y EN ROJO PLD

Observador 7:

OBS.	U5			U4			U3			U2			U1			PLD
7	5 S	5A	T	4S	4A	T	3S	3A	T	2S	2A	T	1S	1A	T	
1	1	4	5	2	4	6	2	0	2	2	4	6	1	4	5	2
2	1	4	5	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	4	5	0
3	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	4	5	0
4	1	4	5	3	5	8	1	4	5	1	4	5	1	0	1	1
5	1	4	5	1	5	6	1	4	5	1	4	5	1	0	1	1
6	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	0	1	0
7	1	0	1	3	4	7	2	0	2	2	0	2	1	0	1	1
8	1	4	5	2	4	6	2	4	6	2	4	6	1	0	1	2
9	1	0	1	2	4	6	2	4	6	3	5	8	2	4	6	4
10	1	4	5	2	5	7	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1
11	1	4	5	3	5	8	3	5	8	1	4	5	1	0	1	2
12	1	4	5	2	4	6	1	4	5	1	4	5	1	0	1	1
13	3	4	7	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	0	1	1
14	3	4	7	3	5	8	2	5	7	1	4	5	3	4	7	4
15	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	4	5	0
16	2	4	6	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1
17	2	4	6	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	0	1	1
18	3	5	8	3	5	8	1	4	5	1	4	5	1	4	5	2
19	2	0	2	3	5	8	2	5	7	1	4	5	1	0	1	2
20	1	4	5	1	5	6	3	4	7	2	4	6	1	0	1	3
21	1	0	1	2	4	6	1	4	5	1	0	1	1	0	1	1
22	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	0	1	0
23	1	4	5	1	4	5	2	4	6	1	4	5	1	4	5	1
24	1	0	1	1	0	1	2	0	2	1	0	1	1	0	1	0
25	3	4	7	2	4	6	1	4	5	1	4	5	1	4	5	2

TABLA 8. RESULTADOS OBTENIDOS POR EL OBSERVADOR N° 7.- EN AMARILLO VALORACIÓN SAGITAL, EN VERDE VALORACIÓN AXIAL, EN AZUL VALORACIÓN TOTAL Y EN ROJO PLD

Observador 8:

OBS.	U5			U4			U3			U2			U1			PLD
8	5 S	5A	T	4S	4A	T	3S	3A	T	2S	2A	T	1S	1A	T	
1	1	4	5	3	0	3	2	4	6	2	4	6	1	4	5	2
2	2	4	6	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1
3	1	0	1	1	4	5	1	4	5	1	0	1	1	0	1	0
4	1	4	5	3	4	7	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1
5	1	4	5	1	5	6	1	4	5	1	0	1	1	4	5	1
6	1	0	1	3	4	7	1	4	5	1	0	1	1	0	1	1
7	1	4	5	3	4	7	2	4	6	1	0	1	1	0	1	2
8	2	4	6	3	4	7	2	4	6	1	4	5	1	4	5	3
9	2	4	6	2	4	6	3	4	7	3	5	8	2	4	6	5
10	1	4	5	1	5	6	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1
11	2	4	6	3	5	8	3	5	8	1	4	5	1	0	1	3
12	2	4	6	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	0	1	1
13	3	5	8	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	4	5	0
14	3	4	7	3	5	8	2	4	6	1	4	5	2	4	6	4
15	1	4	5	3	4	7	1	4	5	1	0	1	1	0	1	1
16	1	4	5	3	4	7	1	4	5	1	0	1	1	0	1	1
17	2	4	6	1	4	5	1	4	5	1	0	1	1	0	1	1
18	2	5	7	2	5	7	1	4	5	1	4	5	1	4	5	2
19	2	4	6	3	5	8	2	4	6	1	4	5	1	4	5	3
20	1	0	1	1	5	6	2	4	6	2	4	6	1	4	5	3
21	1	5	6	2	4	6	1	4	5	1	4	5	1	0	1	1
22	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	0	1	0
23	1	4	5	1	4	5	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0
24	1	0	1	2	4	6	2	4	6	2	4	6	1	4	5	3
25	3	4	7	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	0	1	1

TABLA 9. RESULTADOS OBTENIDOS POR EL OBSERVADOR N° 8 . - EN AMARILLO VALORACIÓN SAGITAL, EN VERDE VALORACIÓN AXIAL, EN AZUL VALORACIÓN TOTAL Y EN ROJO PLD

Observador 9:

OBS.	U5			U4			U3			U2			U1			PLD
9	5 S	5A	T	4S	4A	T	3S	3A	T	2S	2A	T	1S	1A	T	
1	1	4	5	2	4	6	2	4	6	1	0	1	1	0	1	2
2	2	4	6	1	4	5	1	4	5	1	0	1	1	0	1	1
3	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	4	5	0
4	2	4	6	3	4	7	1	4	5	1	4	5	1	4	5	2
5	1	4	5	1	5	6	1	4	5	1	4	5	1	0	1	1
6	1	0	1	3	4	7	1	4	5	1	0	1	1	0	1	1
7	1	0	1	3	4	7	1	4	5	1	4	5	1	0	1	1
8	2	0	2	3	0	3	1	4	5	1	4	5	1	4	5	0
9	2	4	6	2	4	6	3	4	7	3	5	8	2	4	6	5
10	1	4	5	1	5	6	1	4	5	1	5	6	1	4	5	2
11	2	4	6	3	5	8	2	5	7	1	4	5	1	0	1	3
12	2	4	6	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	0	1	1
13	3	0	3	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	0	1	0
14	3	4	7	3	5	8	2	4	6	1	4	5	3	4	7	4
15	1	4	5	3	4	7	1	4	5	1	0	1	1	0	1	1
16	1	4	5	2	4	6	1	4	5	1	0	1	1	0	1	1
17	2	0	2	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	0	1	0
18	2	4	6	3	5	8	1	4	5	1	4	5	1	4	5	2
19	3	4	7	3	5	8	2	4	6	1	4	5	1	4	5	3
20	1	4	5	1	5	6	2	4	6	1	4	5	1	0	1	1
21	1	4	5	2	4	6	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1
22	2	4	6	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	0	1	1
23	1	4	5	2	4	6	2	4	6	1	4	5	1	4	5	2
24	1	4	5	2	0	2	2	0	2	2	0	2	1	0	1	0
25	3	4	7	2	4	6	1	4	5	1	4	5	1	0	1	2

TABLA 10. RESULTADOS OBTENIDOS POR EL OBSERVADOR N° 9 .- EN AMARILLO VALORACIÓN SAGITAL, EN VERDE VALORACIÓN AXIAL, EN AZUL VALORACIÓN TOTAL Y EN ROJO PLD

Observador 10:

OBS.	U5			U4			U3			U2			U1			PLD
10	5 S	5A	T	4S	4A	T	3S	3A	T	2S	2A	T	1S	1A	T	
1	1	4	5	3	4	7	2	4	6	2	4	6	2	4	6	4
2	2	4	6	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1
3	2	4	6	1	5	6	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1
4	1	4	5	2	4	6	1	4	5	1	4	5	1	0	1	1
5	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	4	5	0
6	2	4	6	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1
7	1	4	5	3	4	7	1	4	5	1	4	5	1	0	1	1
8	2	4	6	2	4	6	2	4	6	1	4	5	1	4	5	3
9	2	4	6	2	4	6	2	4	6	2	4	6	2	4	6	5
10	1	4	5	1	5	6	2	4	6	1	4	5	1	0	1	2
11	2	4	6	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	0	1	1
12	2	4	6	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	0	1	1
13	2	4	6	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	0	1	1
14	3	4	7	3	4	7	2	4	6	1	4	5	1	4	5	3
15	2	4	6	3	4	7	2	4	6	1	4	5	1	4	5	3
16	1	4	5	2	4	6	1	4	5	1	0	1	1	0	1	1
17	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	0	1	0
18	2	4	6	2	4	6	1	4	5	1	4	5	1	4	5	2
19	2	4	6	3	4	7	2	4	6	1	4	5	1	4	5	3
20	1	4	5	1	4	5	2	5	7	2	4	6	1	4	5	2
21	1	4	5	2	4	6	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1
22	1	4	5	2	4	6	2	4	6	1	4	5	1	4	5	2
23	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	0	1	0
24	1	4	5	2	4	6	2	4	6	1	4	5	1	4	5	2
25	3	4	7	2	4	6	1	4	5	1	4	5	1	0	1	2

TABLA 11. RESULTADOS OBTENIDOS POR EL OBSERVADOR N° 10.- EN AMARILLO VALORACIÓN SAGITAL, EN VERDE VALORACIÓN AXIAL, EN AZUL VALORACIÓN TOTAL Y EN ROJO PLD.

Observador 11:

OBS.	U5			U4			U3			U2			U1			PLD
11	5 S	5A	T	4S	4A	T	3S	3A	T	2S	2A	T	1S	1A	T	
1	1	4	5	3	4	7	3	4	7	2	4	6	2	4	6	5
2	2	4	6	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	0	1	1
3	2	4	6	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1
4	1	4	5	2	4	6	1	4	5	1	4	5	1	0	1	1
5	1	4	5	1	5	6	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1
6	2	4	6	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1
7	1	4	5	3	4	7	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1
8	2	4	6	2	4	6	2	4	6	1	5	6	1	4	5	4
9	1	4	5	2	5	7	2	5	7	3	5	8	2	4	6	4
10	0	4	4	1	5	6	0	4	4	1	4	5	1	0	1	1
11	1	0	1	1	5	6	1	5	6	1	4	5	1	0	1	2
12	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	0	1	0
13	2	0	2	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0
14	3	5	8	3	5	8	2	5	7	1	4	5	2	4	6	4
15	3	4	7	3	4	7	2	4	6	2	4	6	1	0	1	4
16	1	0	1	2	4	6	1	4	5	1	0	1	1	0	1	1
17	1	4	5	1	0	1	1	4	5	1	0	1	1	0	1	0
18	2	5	7	2	5	7	1	4	5	1	4	5	1	4	5	2
19	2	4	6	3	5	8	2	4	6	1	4	5	1	4	5	3
20	1	0	1	2	5	7	2	5	7	2	5	7	1	4	5	3
21	1	4	5	2	4	6	1	4	5	1	4	5	1	0	1	1
22	1	4	5	2	4	6	2	0	2	1	0	1	1	0	1	1
23	1	4	5	2	4	6	2	4	6	1	4	5	0	0	0	2
24	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	0	1	0
25	3	4	7	2	4	6	1	4	5	1	4	5	1	0	1	2

TABLA 12. RESULTADOS OBTENIDOS POR EL OBSERVADOR N° 11 .- EN AMARILLO VALORACIÓN SAGITAL, EN VERDE VALORACIÓN AXIAL, EN AZUL VALORACIÓN TOTAL Y EN ROJO PLD

Observador 12:

OBS.	U5			U4			U3			U2			U1			PLD
12	5 S	5A	T	4S	4A	T	3S	3A	T	2S	2A	T	1S	1A	T	
1	1	4	5	2	4	6	2	4	6	2	4	6	1	4	5	3
2	0	0	0	0	0	0	0	4	4	1	0	1	1	0	1	0
3	1	0	1	1	0	1	1	4	5	1	0	1	1	0	1	0
4	1	4	5	2	4	6	2	4	6	1	0	1	1	0	1	2
5	1	0	1	1	5	6	1	4	5	1	0	1	1	0	1	1
6	2	4	6	2	4	6	1	4	5	1	4	5	1	4	5	5
7	1	0	1	3	4	7	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1
8	1	0	1	2	4	6	2	5	7	2	0	2	1	0	1	2
9	2	4	6	2	4	6	2	5	7	3	5	8	2	4	6	5
10	1	0	1	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	4	5	0
11	1	4	5	1	5	6	1	4	5	1	4	5	1	0	1	1
12	1	4	5	2	4	6	1	4	5	1	4	5	1	0	1	1
13	2	0	2	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0
14	3	5	8	3	5	8	2	5	7	1	4	5	2	4	6	4
15	2	4	6	2	4	6	1	4	5	1	0	1	1	0	1	2
16	1	4	5	3	4	7	1	4	5	1	0	1	1	0	1	1
17	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	4	5	0
18	2	5	7	2	4	6	1	4	5	1	0	1	1	0	1	2
19	1	4	5	3	5	8	2	5	7	1	4	5	1	4	5	2
20	1	4	5	1	5	6	2	4	6	2	4	6	1	4	5	3
21	1	0	1	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	0	1	0
22	2	4	6	2	4	6	1	4	5	1	0	1	1	0	1	2
23	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1
24	1	0	1	2	4	6	2	4	6	1	4	5	1	0	1	2
25	3	4	7	2	4	6	2	4	6	1	4	5	1	0	1	3

TABLA 13. RESULTADOS OBTENIDOS POR EL OBSERVADOR N° 12 .- EN AMARILLO VALORACIÓN SAGITAL, EN VERDE VALORACIÓN AXIAL, EN AZUL VALORACIÓN TOTAL Y EN ROJO PLD.

5.2. RESULTADOS OBTENIDOS DE CADA OBSERVADOR EN EL PLANO SAGITAL

En la valoración de la Unidades en el plano sagital nos encontramos que de 1.500 Unidades, 1005 estarían valoradas con 1 que equivale al 67 %, 365 estarían valoradas con 2 que equivale al 24,33%, 130 con 3, lo que representa el 8,66% y no existe ningún disco valorado con 0.

AFECTACION SAGITAL

0	1	2	3	
0	84	31	10	
0	85	30	10	
0	82	36	7	
0	82	33	10	
0	88	27	10	
0	81	29	15	
0	88	23	14	
0	85	25	15	
0	84	25	16	
0	83	35	7	
0	81	35	9	
0	82	36	7	
0	1005	365	130	TOTAL
				1500
0	67	24,33	8,66	%

TABLA 14. PORCENTAJE DE AFECTACIÓN EN EL PLANO SAGITAL

5.3. RESULTADOS OBTENIDOS DE CADA OBSERVADOR EN EL PLANO AXIAL

En la valoración de la Unidades en el plano sagital nos encontramos que de 1.500 Unidades, 1065 estarían valoradas con 4, lo que equivale al 71 %, 140 estarían valoradas con 5 que equivale al 9,33, y 295 no tiene lesiones degenerativas lo que equivale al 19,66 %.

AFECTACION AXIAL			
0	4	5	
20	97	8	
22	89	14	
29	89	7	
28	87	10	
26	89	10	
5	96	24	
29	83	13	
26	87	12	
29	86	10	
11	111	3	
29	79	17	
41	72	12	
			TOTAL
295	1065	140	1500
19,66	71	9,33	%

TABLA 15. PORCENTAJE DE AFECTACIÓN EN EL PLANO AXIAL

5.4. RESULTADOS GLOBALES DE AFECTACIÓN DEGENERATIVA, SAGITAL MÁS AXIAL.

Podemos apreciar, tras el análisis de los datos, que el grado de afectación global en 1500 unidades es de:

- No hay unidades valoradas con 0, es decir, sin ninguna afectación, lo que representa el 0%.
- 262 unidades valoradas con 1, solo el disco, lo que representa el 17,26%.
- 34 unidades valoradas con 2, protusión discal, un 2,26 %.
- 3 unidades valoradas con 3, solo hernia discal, lo que representa el 0,2%
- 4 unidades valoradas con 4, solo alteraciones en las carillas articulares, lo que representa el 0,26%.
- 711 unidades están valoradas con un 5, lo que representa el 47,4%
- 308 unidades están valoradas con el 6 lo que representa el 20,53%.
- 128 unidades valoradas con un 7 un 8.5%
- 50 unidades valoradas con 8, lo que representa un 3,3%.

LESION	Nº	%
0	0	0
1	262	17.46
2	34	2.26
3	3	0.2
4	4	0.26
5	711	47.4
6	308	20.53
7	128	8.5
8	50	3.3

TABLA 16. PORCENTAJE DE AFECTACIÓN GLOBAL SAGITAL Y AXIAL. EN VERDE UNIDADES CON AFETACIÓN LEVE, EN NARANJA UNIDADES CON AFECTACIÓN MODERADA Y EN ROJO UNIDADES CON AFECTACIÓN SEVERA

La afectación más frecuente por tanto es la 5 y entre la 5, 6 ,7 y 8 representa el 79,6 de afectación degenerativa.

La afectación menos frecuente es el 0 con 0 de 1500 el 0% con ausencia completa de alteraciones degenerativas, el 3 con 3 casos de 1500, el 0,2 % y el 4, solo 4 casos de 1.500 con afectación únicamente en el plano axial, lo que representa el 0,26%.

En total 1.197 unidades tienen afectación tanto en el plano sagital como en el axial.

LESION	nº	%
LEVE	303	20.2
MODERADA	1019	67.8
SEVERA	178	11.8

TABLA 17. PORCENTAJE Y NÚMERO DE UNIDADES CON AFECTACIÓN LEVE, MODERADA Y SEVERA

Tenemos del conjunto de unidades estudiadas: con afectación leve 303, el 20,2% de los casos, 1019 con afectación moderada, lo que supone un 67,8% del total, 178 unidades presentan afectación severa, un 11,8% y solo 3 casos, el 0,2% no tiene afectación. Si aunamos las unidades con afectación moderada y severa, tenemos un 79,6% de las unidades presentan una afectación que podemos considerar importante.

MODERADA	1019	67,8
SEVERA	178	11,8
	1197	79,6

TABLA 18. NÚMERO DE UNIDADES Y PORCENTAJE CON AFECTACIÓN MODERADA Y SEVERA

5.5. UNIDAD MÁS AFECTADA EN EL PLANO SAGITAL

300 UNIDADES		UNIDADES AFECTADAS	% DE AFECTACIÓN
SAGITAL	U5	296	98,66
	U4	300	100
	U3	298	99,33
	U2	300	100
	U1	298	99,33

TABLA 19. PORCENTAJE DE AFECTACIÓN POR CADA UNIDAD EN EL PLANO SAGITAL

Las unidades más afectadas son la U4 y la U2.

La unidad menos afectada es la U5

5.6. UNIDAD MÁS AFECTADA EN EL PLANO AXIAL

	300 UNIDADES	UNIDADES AFECTADAS	% DE AFECTACIÓN
	U5	258	86
	U4	286	95,33
AXIAL	U3	281	93,66
	U2	238	79,33
	U1	136	45,33

TABLA 20. PORCENTAJE DE AFECTACIÓN POR CADA UNIDAD EN EL PLANO AXIAL.

La unidad más afectada en el plano sagital es la U4.

La menos afectada es la U1.

Si consideramos los planos sagital y axial la unidad globalmente más afectada sería la U4.

5.7. PORCETAJE DE LESIONES DEGENERATIVAS

	LESIÓN	Nº DE UNIDADES	PORCENTAJE
	0	0	0
	1	31	10,33
	2	11	3,66
TOTAL	3	1	0,33
	4	2	0,6
	5	126	41,66
	6	92	30,66
	7	29	9,66
	8	6	2

TABLA 21. PORCENTAJE DE AFECTACIÓN GLOBAL

La puntuación global más obtenida es 5, que conlleva una lesión articular asociada a un cambio en la intensidad de señal del disco.

5.8. RESULTADOS GLOBALES DE AFECTACIÓN DEGENERATIVA, SAGITAL MÁS AXIAL. VALORACIÓN POR UNIDADES.

Resultados en la Unidad 5

La unidad 5 presenta las siguientes lesiones degenerativas:

OBS.	LEVE	MODERADO	SEVERO	% DEGENERATIVO
1	12	84	4	88
2	12	80	8	88
3	20	72	8	80
4	16	80	4	84
5	16	70	12	82
6	44	48	8	56
7	20	64	16	80
8	16	70	16	86
9	20	68	12	80
10	48	52	8	60
11	20	64	16	80
12	36	52	12	64

TABLA 22. UNIDAD 5. DISTRIBUCIÓN DE LAS LESIONES DEGENERATIVAS OBSERVADAS POR CADA OBSERVADOR

Resultados en la Unidad 4

OBS.	LEVE	MODERADO	SEVERO	% DEGENERATIVO
1	0	84	16	100
2	8	76	16	92
3	4	96	0	96
4	8	80	12	92
5	12	76	12	88
6	0	84	16	100
7	16	68	16	84
8	4	88	8	96
9	4	88	8	96
10	0	96	4	100
11	16	68	16	84
12	12	72	16	88

TABLA 23.UNIDAD 4. DISTRIBUCIÓN DE LAS LESIONES DEGENERATIVAS OBSERVADAS POR CADA OBSERVADOR

Resultados en la Unidad 3

OBS.	LEVE	MODERADO	SEVERO	% DEGENERATIVO
1	4	68	28	96
2	0	64	36	100
3	4	52	24	76
4	4	60	36	96
5	4	72	24	96
6	0	64	36	100
7	8	64	28	92
8	4	56	40	96
9	8	60	32	92
10	0	80	20	100
11	8	60	32	92
12	12	72	16	88

TABLA 24. UNIDAD 3. DISTRIBUCIÓN DE LAS LESIONES DEGENERATIVAS OBSERVADAS POR CADA OBSERVADOR

Resultados en la Unidad 2

OBS.	LEVE	MODERADO	SEVERO	% DEGENERATIVO
1	8	88	4	92
2	16	80	4	84
3	28	68	4	72
4	28	68	4	72
5	12	84	4	88
6	0	92	8	100
7	16	80	4	84
8	32	64	4	68
9	24	72	4	76
10	4	96	0	96
11	20	72	8	80
12	44	52	4	56

TABLA 25. UNIDAD 2. DISTRIBUCIÓN DE LAS LESIONES DEGENERATIVAS OBSERVADAS POR CADA OBSERVADOR

Resultados en la Unidad 1

OBS.	LEVE	MODERADO	SEVERO	% DEGENERATIVO
1	52	44	4	48
2	56	40	4	44
3	60	40	0	40
4	76	20	7	27
5	60	36	4	40
6	20	76	4	80
7	56	40	4	44
8	48	52	0	52
9	60	36	4	40
10	40	60	0	60
11	60	40	0	40
12	64	36	0	36

TABLA 26. UNIDAD 1. DISTRIBUCIÓN DE LAS LESIONES DEGENERATIVAS OBSERVADAS POR CADA OBSERVADOR

5.9. CONCORDANCIA INTEROBSERVADOR

El porcentaje de concordancia nos indica las veces que los observadores coinciden en la valoración de la observación.

Vamos a hallar los porcentajes de concordancia en planos sagital y axial, combinando posteriormente los dos planos para obtener un porcentaje de concordancia global.

Los porcentajes de concordancia se harán según los distintos grupos de observadores que han participado en el estudio:

- Cirujanos especialistas habituados a valorar RM de columna.
- Radiólogos.
- Facultativos no especializados con la valoración de RMde columna lumbar.

Veremos primero la concordancia en las observaciones y posteriormente se hará un análisis de regresión para valorar si existe diferencia entre los distintos grupos.

5.10. CONCORDANCIA ENTRE GRUPOS DE OBSERVADORES

Sagital

SAGITAL		CIRUJANOS		RADIÓLOGOS		FACULTATIVOS NO ESPE.	
UNIDAD 5	LESION						
	3	7,5	%	16	%	14	%
	2	39	%	20	%	34	%
	1	52	%	62	%	52	%
	0	1,5	%	2	%	0	%
		98,5	%	98	%	100	%

TABLA 27. PORCENTAJE DE CONCORDANCIA EN LA UNIDAD 5. PLANO SAGITAL

SAGITAL		CIRUJANOS		RADIÓLOGOS		FACULTATIVOS NO ESPE.	
UNIDAD 4	LESION						
	3	20	%	16	%	16	%
	2	35,5	%	20	%	20	%
	1	44	%	62	%	62	%
	0	0,5	%	2	%	2	%
		99,5	%	98	%	98	%

TABLA 28 PORCENTAJE DE CONCORDANCIA EN LA UNIDAD 4. PLANO SAGITAL

SAGITAL		CIRUJANOS		RADIÓLOGOS		FACULTATIVOS NO ESPE.	
UNIDAD 3	LESION						
	3	4,5	%	16	%	38	%
	2	30	%	34	%	22	%
	1	64,5	%	58	%	40	%
	0	1	%	2		0	%
		99	%	98	%	100	%

TABLA 29. PORCENTAJE DE CONCORDANCIA EN LA UNIDAD 3. PLANO SAGITAL

SAGITAL		CIRUJANOS		RADIÓLOGOS		FACULTATIVOS NO ESPE.	
UNIDAD 2	LESION						
	3	2,5	%	1	%	1	%
	2	14	%	14	%	2	%
	1	83,5	%	85	%	97	%
	0	0	%	0		0	%
		100	%	100	%	100	%

TABLA 30. PORCENTAJE DE CONCORDANCIA EN LA UNIDAD 2. PLANO SAGITAL

SAGITAL		CIRUJANOS		RADIÓLOGOS		FACULTATIVOS NO ESPE.	
UNIDAD 1	LESION						
	3	1,5	%	1	%	1	%
	2	9	%	0,5	%	2	%
	1	89	%	98,5	%	97	%
	0	0,5	%	0		0	%
		99,5	%	100	%	100	%

TABLA 31. PORCENTAJE DE CONCORDANCIA EN LA UNIDAD 1. PLANO SAGITAL

Prácticamente todas las unidades han sido consideradas con afectación degenerativa.

Axial

AXIAL		CIRUJANOS		RADIÓLOGOS		FACULTATIVOS NO ESPE.	
UNIDAD 5	LESION						
	4	82,5	%	72	%	76	%
	5	3	%	18	%	6	%
	0	14,5	%	10	%	18	%
		85	%	90	%	82	%

TABLA 32. PORCENTAJE DE CONCORDANCIA EN LA UNIDAD 5. PLANO AXIAL

AXIAL		CIRUJANOS		RADIÓLOGOS		FACULTATIVOS NO ESPE.	
UNIDAD 4	LESION						
	4	72,5	%	66	%	66	%
	5	23,5	%	30	%	28	%
	0	4	%	4	%	6	%
		96	%	96	%	94	%

TABLA 33. PORCENTAJE DE CONCORDANCIA EN LA UNIDAD 4. PLANO AXIAL

AXIAL		CIRUJANOS		RADIÓLOGOS		FACULTATIVOS NO ESPE.	
UNIDAD 3	LESION						
	4	85	%	80	%	92	%
	5	9	%	12	%	4	%
	0	6	%	8	%	4	%
		94	%	92	%	96	%

TABLA 34. PORCENTAJE DE CONCORDANCIA EN LA UNIDAD 3. PLANO AXIAL

AXIAL		CIRUJANOS		RADIÓLOGOS		FACULTATIVOS NO ESPE.	
UNIDAD 2	LESION						
	4	75,5	%	84	%	64	%
	5	4,5	%	8	%	8	%
	0	20	%	8	%	26	%
		80	%	92	%	72	%

TABLA 35. PORCENTAJE DE CONCORDANCIA EN LA UNIDAD 2. PLANO AXIAL

AXIAL		CIRUJANOS		RADIÓLOGOS		FACULTATIVOS NO ESPE.	
UNIDAD 1	LESION						
	4	40,5	%	54	%	54	%
	5	0,5	%	6	%	0	%
	0	59	%	40	%	46	%
		41	%	60	%	54	%

TABLA 36. PORCENTAJE DE CONCORDANCIA EN LA UNIDAD 1. PLANO AXIAL

La concordancia en todas las unidades es mayor del 80%.

Total

Porcentajes de valoración de total axial más sagital.

UNIDAD 5 TOTAL			Porcentaje de unidades puntuadas por encima de 5					
	CIRUJANOS		RADIÓLOGOS			FACULTATIVOS NO ESPE.		
0	1	%	0	0	%	0	0	%
1	10,5	%	1	8	%	1	12	%
2	4	%	2	2	%	2	4	%
3	0	%	3	0	%	3	2	%
4	1	%	4	0	%	4	0	%
5	41	%	5	50	%	5	38	%
6	33,5	%	6	20	%	6	30	%
7	8	%	7	14	%	7	12	%
8	1	%	8	6	%	8	2	%
	83,5	%		90	%		82	%

TABLA 37. PORCENTAJES DE VALORACIÓN TOTAL UNIDAD 5, AXIAL MÁS SAGITAL

UNIDAD 4 TOTAL			Porcentaje de unidades puntuadas por encima de 5					
	CIRUJANOS		RADIÓLOGOS			FACULTATIVOS NO ESPE.		
0	0,5	%	0	0	%	0	0	%
1	3	%	1	4	%	1	0	%
2	0,5	%	2	0	%	2	2	%
3	0	%	3	0	%	3	4	%
4	0,5	%	4	0	%	4	0	%
5	30	%	5	32	%	5	28	%
6	37,5	%	6	32	%	6	30	%
7	20	%	7	14	%	7	22	%
8	7	%	8	18	%	8	14	%
	94,5	%		96	%		94	%

TABLA 38. PORCENTAJES DE VALORACIÓN TOTAL UNIDAD 4, AXIAL MÁS SAGITAL

UNIDAD 3 TOTAL			Porcentaje de unidades puntuadas por encima de 5					
	CIRUJANOS		RADIÓLOGOS			FACULTATIVOS NO ESPE.		
0	0	%	0	0	%	0	0	%
1	5	%	1	2	%	1	2	%
2	1,5	%	2	6	%	2	2	%
3	0	%	3	0	%	3	0	%
4	1	%	4	0	%	4	0	%
5	58	%	5	56	%	5	64	%
6	23	%	6	20	%	6	24	%
7	11	%	7	3	%	7	6	%
8	0,5	%	8	4	%	8	2	%
	93	%		83	%		96	%

TABLA 39. PORCENTAJES DE VALORACIÓN TOTAL UNIDAD 3, AXIAL MÁS SAGITAL

UNIDAD 2 TOTAL			Porcentaje de unidades puntuadas por encima de 5					
	CIRUJANOS		RADIÓLOGOS			FACULTATIVOS NO ESPE.		
0	0	%	0	0	%	0	0	%
1	17	%	1	6	%	1	26	%
2	3	%	2	2	%	2	2	%
3	0	%	3	0	%	3	0	%
4	0	%	4	0	%	4	0	%
5	69	%	5	72	%	5	60	%
6	7	%	6	14	%	6	8	%
7	1	%	7	4	%	7	0	%
8	3	%	8	2	%	8	4	%
	80	%		92	%		72	%

TABLA 40. PORCENTAJES DE VALORACION TOTAL UNIDAD 2, AXIAL MÁS SAGITAL

UNIDAD 1 TOTAL			Porcentaje de unidades puntuadas por encima de 5					
	CIRUJANOS		RADIÓLOGOS			FACULTATIVOS NO ESPE.		
0	0,5	%	0	0	%	0	0	%
1	55	%	1	38	%	1	54	%
2	3	%	2	0	%	2	0	%
3	0	%	3	0	%	3	0	%
4	0	%	4	0	%	4	0	%
5	34,5	%	5	52	%	5	38	%
6	5	%	6	6	%	6	6	%
7	2	%	7	2	%	7	2	%
8	0	%	8	2	%	8	0	%
	42	%		62	%		46	%

TABLA 41. PORCENTAJES DE VALORACIÓN TOTAL UNIDAD 1, AXIAL MÁS SAGITAL

Con estos datos, se ha realizado un análisis de regresión para ver si existían diferencias significativas entre los grupos de observadores, con el resultado de que estas diferencias no existían.

Así, encontramos que los coeficientes obtenidos en el análisis de regresión para las indicadores de especialidad de los facultativos (especialista, facultativo no especialista o cirujano de raquis) resultan ser no significativamente distintos de cero en ninguno de los modelos estimados salvo en un par de casos aislados.

En concreto, los resultados obtenidos para la unidad 2, plano axial, sugieren que los especialistas tienden a realizar valoraciones en media superiores a las de los demás médicos, mientras que son los facultativos no especialistas los que realizan valoraciones estadísticamente superiores a las de los demás profesionales en el caso de la unidad 4, plano sagital.

No obstante, estos dos únicos coeficientes significativos a niveles convencionales de significatividad estadística son solo significativos al 10% de significatividad, lo que sugiere que se trata de resultados que reflejan características puntuales de la muestra analizada y no son reproducibles.

Los mismos resultados cualitativos se obtienen al analizar las valoraciones totales obtenidas por cada unidad, esto es, agregando las valoraciones axiales y sagitales.

Las tablas de regresión utilizadas pueden ser consultadas en el Anexo I.

Patrón lumbar degenerativo PLD

Considerando como válidos cuando hay coincidencia en 10 o más observadores, los resultados de porcentaje de concordancia del patrón lumbar son:

PACIENTE	OBSERVACIONES DE 2 O MAS UNIDADES AFECTAS	
	2 o más	%
1	11	91,66
2	0	
3	1	
4	5	
5	0	
6	2	
7	2	
8	11	91,66
9	12	100
10	2	
11	8	
12	12	100
13	0	
14	12	100
15	9	
16	2	
17	0	
18	12	100
19	11	91,66
20	11	91,66
21	0	
22	2	
23	3	
24	4	
25	7	

TABLA 42. PORCENTAJE DE CONCORDANCIA PLD DE MÁS DE 2 UNIDADES AFECTAS

PACIENTE	OBSERVACIONES DE 1 O NINGUNA UNIDADES AFECTAS	
	< 2	%
1	1	
2	12	100
3	11	91,66
4	7	
5	12	100
6	10	83,33
7	10	83,33
8	1	
9	0	
10	10	83,33
11	5	
12	0	
13	12	100
14	0	
15	3	
16	10	83,33
17	12	100
18	0	
19	1	
20	1	
21	12	100
22	10	83,33
23	9	
24	12	100
25	5	

TABLA 43. PORCENTAJE DE CONCORDANCIA PLD DE 1 O NINGUNA UNIDADES AFECTAS

En 20 casos de los 25, más de 10 observadores de 12 han coincidido en el PLD, 10 pacientes tendrían un PLD de 1 o 0 y 10 tendrían un PLD de 2 o más unidades.

5.11. VALOR DEL KAPPA

Como ya hemos comentado, el estadístico Kappa clásico corrige la concordancia observada en la valoración de los distintos observadores por la probabilidad de que dicha coincidencia se haya producido de manera casual, utilizando para ello las frecuencias relativas de respuesta observadas.

Debido al tipo de muestra y al tipo de observadores, este parámetro puede infravalorar los resultados, por lo cual se ha ajustado en función de la muestra, y adaptado también al hecho de que sean varios los observadores que participan en el estudio.

Las tablas informan del estadístico Kappa convencional y de su versión corregida en cada una de las tomas valoradas.

AXIAL		
UNIDAD	Kappa original	Kappa corregido
	Todos	Todos
5	0,179	0,461
4	0,218	0,613
3	0,218	0,505
2	0,552	0,701
1	0,125	0,439

TABLA 44. KAPPA ORIGINAL Y CORREGIDO EN LAS VALORACIONES AXIALES

SAGITAL		
UNIDAD	Kappa original	Kappa corregido
	Todos	Todos
5	0,663	0,803
4	0,643	0,842
3	0,525	0,635
2	0,466	0,611
1	0,427	0,516

TABLA 45. KAPPA ORIGINAL Y CORREGIDO EN LAS VALORACIONES SAGITALES

TOTAL		
UNIDAD	Kappa original	Kappa corregido
	Todos	Todos
5	0,289	0,535
4	0,351	0,600
3	0,371	0,567
2	0,284	0,451
1	0,224	0,365

TABLA 46.KAPPA ORIGINAL Y CORREGIDO EN LA VALORACIÓN SAGITAL MÁS AXIAL

	KAPPA ORIGINAL	KAPPA CORREGIDO
	TODOS	TODOS
AXIALES	0,259	0,544
SAGITALES	0,545	0,681
TOTALES	0,304	0,504

TABLA 47. KAPPA PROMEDIO ORIGINAL Y CORREGIDO EN LAS VALORACIONES AXIALES, SAGITALES Y TOTALES

En concreto, encontramos que el estadístico que tiene en cuenta la naturaleza seleccionada de la muestra se sitúa por los umbrales de referencia de 0.4 en tomas axiales y de 0.6 en las sagitales en todos los casos. Estos umbrales se han venido considerando en la literatura como indicativos de validez en los sistemas de gradación de las lesiones degenerativas del raquis.⁷¹

El estadístico convencional, por su parte, no puede compararse con estos umbrales porque los mismos no tienen en cuenta la naturaleza seleccionada de la muestra de pacientes. Aún así, los valores que presenta son estadísticamente significativos, por lo que seguirían validando la fiabilidad del sistema, aunque no sea el estadístico más adecuado para dicho fin dadas las características muestrales.

Si bien el desigual rango de variación de variable dependiente (nivel de severidad del paciente) en el caso de las sagitales y de las axiales limita la comparabilidad de los resultados, los valores del estadístico Kappa, tanto corregido como convencional, son sistemáticamente superiores en el caso de las sagitales.

5.12. COMENTARIOS SOBRE LOS RESULTADOS

Los resultados obtenidos confirman que el procedimiento propuesto produce valoraciones homogéneas entre los distintos evaluadores y que éstas no dependen de la especialidad del facultativo que realiza la valoración.

Lo primero que llama la atención al valorar los resultados es la alta prevalencia de lesiones observadas.

Sabemos que la degeneración del raquis acontece de forma fisiológica a partir de la segunda década de la vida. Pero van a ser las características de la muestra seleccionada las que nos van a aclarar esta enorme prevalencia, primero por la edad media, que es de 55 años, como ya hemos visto, y luego por sus características particulares, puesto que son enfermos con dolor lumbar crónico, que después de haber sido sometidos a tratamiento conservador, están siendo valorados para incluir en lista de espera quirúrgica.

Por tanto, son ya de entrada columnas patológicas, lo cual explica la incidencia tan importante de lesiones degenerativas.

Deteniéndonos un poco más en el tipo de lesión y donde aparece con más frecuencia tendremos que:

- La unidad más valorada con la puntuación 8 es la U 4.
- La unidad más valorada con la puntuación 7 es la U 4.
- La unidad más valorada con la puntuación 6 es la U 4.
- La unidad más valorada con la puntuación 5 es la U 2.
- La unidad más valorada con la puntuación 4 son la U 5 y la 3
- La unidad más valorada con la puntuación 3 es U 4.
- La unidad más valorada con la puntuación 2 es la U 5.
- La unidad más valorada con la puntuación 1 es la U 1.

De lo que se puede deducir:

- 1) Podemos decir que la Unidad 4 es la más afectada tanto en elemento discales como articulares. Con afectación 8 que como sabemos es la estenosis severa de canal, la afectación 7 con hernia discal más artrosis de las articulares, y la afectación 6 con protrusión discal más artrosis articular.
- 2) Podemos decir que la unidad 1 es la menos afectada, con afectación 1 que supone cambio de señal degenerativa en el disco, sin protrusión, hernia ni alteraciones articulares.
- 3) En el plano sagital la lesión más frecuente es la 1, cambio de señal del disco sin protrusión ni hernia.
- 4) En el plano axial la lesión más frecuente es la 4, lesión artrósica de las articulaciones.
- 5) Podemos decir que la valoración agrupada o total más frecuente es la afectación 5, es decir lesión artrósica en las articulaciones y alteración de señal degenerativa en el disco sin protrusión ni hernia.

Lo segundo que llama la atención es la gran tasa de concordancia entre los observadores. Esta se corrobora además con los índices de Kappa.

Con respecto al Patrón Lumbar, podemos decir que en 20 casos de los 25 pacientes estudiados, más de 10 observadores de 12 han coincidido en el PLD, siendo:

- 10 los pacientes con PLD 1.
- 10 con PLD de más de 2 Unidades.

Por último, al realizar un estudio entre los distintos grupos de observadores, vemos que la concordancia sigue siendo muy elevada entre los distintos grupos de observadores, no observando diferencias significativas entre radiólogos, cirujanos especializados en columna y facultativos no especialistas.

Esto nos da una idea de la reproducibilidad del sistema de puntuación propuesto, con independencia del tipo de observador.

6. Discusión

En líneas generales, nos parece un sistema original, puesto que pese a haber realizado una búsqueda minuciosa en Pubmed no hemos llegado a encontrar un sistema de características similares.

Hemos remarcado la importancia que para nosotros supone la valoración del complejo triarticular, ya que cualquiera de sus componentes puede ser fuente de dolor lumbar.

En efecto, cualquier estructura del raquis puede ser causa de dolor, pudiendo existir así dolor de origen vertebral, discógeno, facetario, ligamentoso o radicular. En la cascada degenerativa, veíamos cómo el proceso degenerativo comenzaba por el disco, extendiéndose posteriormente a las carillas articulares debido a la íntima relación que existe entre estas tres estructuras.

La evaluación del estado degenerativo del raquis, por tanto, queda incompleta si no tenemos en cuenta los elementos que entran a formar parte de este proceso. No podemos, pues, considerar solo el disco o solo la articulación interfacetaria, porque si hacemos esto, no podremos valorar el estado degenerativo del raquis en su conjunto.

Por otra parte, al margen de este nuevo sistema de nomenclatura que considera al complejo triarticular de forma integrada, tenemos la posibilidad de establecer el PLD, una sencilla fórmula que resume en 6 cifras la totalidad de los cambios que encontramos en el raquis lumbar del enfermo.

6.1. POSIBILIDADES QUE PLANTEA EL NUEVO SISTEMA

Si tenemos en cuenta lo que supone leer un informe radiológico, ir poco a poco visualizando por unidad los cambios descriptivos que nos da el radiólogo, y valorar entonces el tratamiento que precisa el paciente, entenderemos que el PLD nos permite hacernos una idea rápida, a un golpe de vista, de la severidad de los cambios que presenta la columna estudiada, facilitando la comunicación entre los especialistas que tratamos estos enfermos.

Otros autores han empleado sistema de gradación numérica como el sistema BIRADS (*Breast Imaging Reporting and Data System*) que el *American College of Radiology* (ACR) creó para describir los hallazgos y los resultados de las exploraciones radiológicas mamarias en 1992, de la cual se han hecho modificaciones posteriores ⁷⁷. En este sistema, los hallazgos radiológicos se clasifican en categorías numeradas de 0 a 6, cuya puntuación irá estrechamente ligada a la actitud terapéutica. Así tendremos estudios catalogados como:

- BIRADS 0: Estudio no valorable. Requiere completar estudio con otro tipo de técnica o comparar con estudios previos.
- BIRADS 1: Sin hallazgos. Cribado como población normal.
- BIRADS 2: Hallazgos benignos. Cribado como población normal.
- BIRADS 3: Hallazgos sugestivos en un 97% de benignidad. Requiere estudio AP o seguimiento semestral durante dos años para demostrar estabilidad de la lesión.
- BIRADS 4: Posiblemente maligno. Requiere estudio AP.
- BIRADS 5: Altamente sugestivo de malignidad. Requiere estudio AP.
- BIRADS 6: Malignidad confirmada por AP.

En este sistema, la puntuación obtenida determina la actitud a seguir, de manera que si yo digo que tengo una lesión con un BIRADS 4, sin necesidad de leer la descripción de la misma, ya entenderemos que se trata de una lesión sospechosa de la cual hay que tomar muestra para biopsia.

Así, dentro de las posibilidades que plantea el PLD, estaría la de orientación terapéutica, de manera que las unidades que presenten por ejemplo una puntuación en la unidad de:

- 0,1,2: Se realizaría un tratamiento conservador.
- 3: En función de la clínica del enfermo y de las pruebas complementarias tales como el EMG o las radiografías dinámicas, sería indicación de discectomía.
- 4: Actuaríamos sobre las articulaciones interfacetarias, tales como infiltraciones o rizolisis.
- 5, 6: Serían indicación de artrodesis.
- 7 u 8: Precisan de tratamiento quirúrgico para liberar el canal con fijación posterior, ya que las articulaciones interfacetarias estarían afectadas.

Además, este sistema podría dar pie a numerosos estudios, como serían:

- Su correlación con la clínica.
- La distribución normal del PLD en la población.
- Establecimiento de criterios para inclusión quirúrgica.
- Estudios de seguimiento de anomalías diagnosticadas.
- Seguimiento de cirugías practicadas, tales como artrodesis posteriores o circunferenciales, reemplazamientos discales, valorando también la degeneración posterior de las unidades no intervenidas.
- Estudios comparativos de resultados de distintas técnicas quirúrgicas utilizadas para tratar la misma alteración, tanto en cuanto a resultados como a evolución posterior del resto de unidades del raquis del enfermo.
- Criterios pronósticos que puedan predecir el éxito de la técnica quirúrgica en función de la lesión y el estado degenerativo del resto de la columna del enfermo.

Estos estudios quedarían enormemente facilitados utilizando nuestro sistema de gradación y el PLD, siendo la evaluación de las alteraciones algo sencillo y rápido de hacer, y quedando el manejo de los datos enormemente facilitado, tanto a nivel objetivo como en cuanto al trabajo del investigador.

6.2. FIABILIDAD

Annette Kettler en 2006 realizó una interesantísima revisión de los diferentes sistemas de gradación existentes para ponderar la degeneración tanto discal como facetaria en columna cervical y lumbar.⁷¹

Al estudiar su trabajo, lo que más llama la atención es el gran número de sistemas estudiados, un total de 42, de los cuales 30 eran utilizados para columna lumbar.

Sin embargo, y pese a que los 42 sistemas aparecían en artículos publicados en Medline, con un supuesto valor científico probado, solo 12 de ellos fueron considerados válidos por Kettler al poseer estudio interobservador.

La autora estableció además unos criterios de recomendación para estos sistemas, basándose en los índices Kappa para estudio interobservador, e ICC (Intraclass Correlation Coefficients) para estudio intraobservador. Kettler estableció un Kappa de $> 0,60$ para valoración discal y $> 0,40$ para valoración articular.

Con estos dinteles establecidos, sorprendentemente solo podía recomendar 9 de los 42 sistemas estudiados.

Los sistemas de gradación que estudió la autora ponderaban la degeneración lumbar en función de criterios macroscópicos, histológicos, y de técnicas de imagen entre las cuales incluía la radiología simple, la resonancia magnética, el TAC y la discografía.

Centrándonos ahora en columna lumbar, y en sistemas de gradación basados en criterios radiológicos de RM, el único sistema que pasó el examen de Kettler para degeneración discal fue la clasificación de Pfirrmann de 2001 que ya comentamos en el capítulo de Sistemas de Evaluación de degeneración lumbar.

En cuanto a la degeneración facetaria solo pudo recomendar el estudio de Weishaupt de 1999⁷⁵, que evaluaba imágenes de resonancia magnética y tomografía computerizada, concluyendo que ambas pruebas eran similares para valorar la articulación interfacetaria, y que en presencia de la RM no hacía falta TC para realizar una correcta evaluación del estado articular.

Kettler no incluyó en su estudio el artículo de Luiz Pimenta de 2005 que sí poseía estudios intra e interobservador con ICC del 90% y kappa de 0.7. Para nosotros el sistema de Luiz Pimenta supone un sistema original y fiable para valorar este tipo de lesiones.

En nuestro caso, el sistema de clasificación numérica consta de dos partes:

- Una primera parte de evaluación discal en el plano sagital, similar a la que ideó Pfirrmann, aunque un poco más sencilla. Pfirrmann, como ya explicamos, presentó sus grados de degeneración discal en base a unos criterios radiológicos basados en imágenes de RM potenciada en T2 en el plano sagital, al igual que nosotros. Describió cinco grados de degeneración en los cuales consideraba signos como la altura del disco, la intensidad de la señal, la homogeneidad discal, así como la posibilidad de distinción entre el núcleo pulposos y el anillo fibroso. En nuestro estudio sólo consideramos datos de intensidad de señal y pérdida de homogeneidad del disco, englobando en nuestro grado 1 los grados 2, 3 y 4 de Pfirrmann. Solo valoramos la pérdida de altura en función de si ésta condiciona o no una protusión o una hernia discal, cosa que Pfirrmann en principio no llegó a considerar. En la valoración del plano sagital, nuestros valores de Kappa son de 0.68, por tanto, son >0.60 , por lo que pasaríamos el examen de Kettler.
- La segunda parte de nuestra evaluación es la valoración en planos axiales de las carillas articulares interfacetarias, al igual que realizó Luiz Pimenta en el año 2005. El autor graduaba la degeneración articular en función de la aparición de una serie de signos artrósicos como son la presencia de líquido interfacetario, la aparición de osteofitos, el aumento del diámetro articular, longitudinal o transversal, la esclerosis facetaria, la disminución o el pinzamiento del espacio interfacetario, el engrosamiento de la cápsula articular, la anquilosis facetaria u otros cambios degenerativos a nivel del arco posterior. Nosotros solo hemos considerado si existe o no afectación artrósica de la carilla articular. Si no existe alteración, la puntuación es 0, si existe afectación articular se obtiene una puntuación de 4, y si esa alteración es una hipertrofia que condiciona estenosis del canal, la puntuación es de 5. En planos axiales, nuestro sistema de gradación tienen un valor del estadístico Kappa de 0.54, que supera también el $Kappa > 0.4$ que propuso Kettler.

Consideramos que esta artrosis interfacetaria es comparable a cualquier otro proceso artrósico del organismo.

Podemos compararlo con la artrosis de rodilla; si en una radiografía se aprecia esclerosis subcondral, pinzamiento articular, deformidad en varo, osteofitosis, geodas subcondrales, etc... aunque el paciente se encuentre asintomático, nosotros nos podremos hacer una idea del estado que presenta la articulación, y podremos prever que tarde o temprano habrá problemas derivados de ésta. Si en este caso nos preguntasen cómo tiene el paciente la rodilla, diríamos que presenta una artrosis de rodilla con degeneración del cartílago.

Ya en 1957, Kellgren realizó un sistema de gradación para la degeneración articular⁷⁸, basándose en imágenes radiológicas de rodilla, pero que en principio era aplicable a cualquier articulación del organismo. Consideró la presencia de osteofitos, pinzamiento del espacio articular, esclerosis y aparición de quistes subcondrales.

Creemos que el hecho de que existan cambios artrósicos en la articulación interfacetaria es un signo de afectación lo suficientemente importante, puesto que implica a todo el conjunto de la unidad funcional, según lo descrito en el complejo triarticular de Farfan.

6.3. VALORACIÓN GLOBAL DE LA DEGENERACIÓN ESPINAL

Hemos encontrado algunos estudios en los cuales los autores han tenido en cuenta tanto la degeneración discal como facetaria la hora de valorar fundamentalmente la asociación entre la degeneración lumbar y la inestabilidad segmentaria. Nos parece interesante hacer referencia a ellos, ya que como hemos visto la degeneración del raquis, por la pérdida de altura del disco y la alteración articular, conlleva una movilidad anormal del segmento vertebral.

Fujiwara ha realizado varios estudios a este respecto. En el año 2000 relacionó los procesos degenerativos del disco y la osteoartritis facetaria con la aparición de inestabilidad en la columna lumbar. Para ello, utilizó imágenes de radiología simple y RM. Estableció 5 grados de degeneración discal en imágenes de RM sagital potenciadas en T2, y 4 grados de osteoartritis facetaria utilizando imágenes de axiales de RM potenciadas en T1.

El estudio reveló que la cinemática de la unidad funcional se veía afectada tanto por los cambios discales como por los articulares.⁴⁸

En 2001 el mismo autor intentó profundizar un poco más en el tema realizando otro estudio en el cual trataba de ver el efecto particular que supone la degeneración discal por un lado y articular por otro, en la alteración del movimiento del segmento motor, en función del sexo del paciente. Desglosaba asimismo la inestabilidad en función de si ésta era axial o sagital, y de si aparecía en posiciones de flexión, extensión o flexión lateral ⁷⁹. En él, valoraba la degeneración discal utilizando imágenes de RM para gradar los cambios objetivados con puntuaciones que oscilaban de 1 a 5 en función de la gravedad, así como imágenes de TC para valorar la altura del disco, el tamaño del platillo intervertebral y el estado de las carillas interarticulares.

Valoró las variaciones del movimiento rotacional en respuesta a la flexión, extensión y flexión lateral, así como las variaciones en los movimientos de rotación axial. Correlacionó cada uno de los cambios observados a nivel del disco, del platillo intervertebral, de los cambios en las carillas interarticulares a nivel del cartílago

articular, así como la aparición de esclerosis subcondral y la presencia de osteofitos, con alteraciones en cada uno de estos movimientos, diferenciando entre sexos.

Relacionó la inestabilidad segmentaria con los cambios discales por un lado, y posteriormente con los cambios articulares, concluyendo que existe una asociación positiva entre degeneración discal y alteraciones de los movimientos de rotación axial, así como una relación entre degeneración articular y alteraciones segmentarias del movimiento, distintas en función de si los pacientes eran varones o mujeres.⁷⁹

En este artículo se remarcaba que la degeneración espinal incluía tanto los cambios en la articulación facetaria como los cambios discales, pero consideró los cambios observados de forma independiente.

Otro estudio que valoraba tanto cambios discales como articulares en la valoración de la inestabilidad segmentaria fue el de Jang de 2009³⁴. En él, relacionó la aparición de parámetros radiográficos de degeneración lumbar con la aparición de inestabilidad segmentaria, utilizando para ello imágenes de RM cinética. Este es un tipo de resonancia que permite explorar al enfermo en posición vertical con o sin cargas axiales, así como en posiciones de flexión y extensión. La inestabilidad segmentaria se definió como un movimiento excesivo del segmento al comparar imágenes de flexión y extensión.

Se utilizaron tres parámetros radiológicos, como son los grados de degeneración discal, siguiendo la clasificación de Pfirrmann, la degeneración articular según Fujiwara, y la hipertrofia del Ligamentum Flavum, en función de si ésta aparece o no. Se analizó la incidencia de inestabilidad segmentaria en función de la edad y sexo, y posteriormente se estudió si existía relación entre los parámetros radiológicos descritos y la aparición de inestabilidad segmentaria.

Concluyó que existe una relación entre degeneración lumbar e inestabilidad segmentaria en las unidades 4 y 5, pero no en la unidad 3.³⁴

Nosotros también hemos considerado cambios discales y articulares, pero no de forma independiente sino en su conjunto. Nuestros valores globales, que aúnan planos axiales y sagitales, presentan un Kappa de 0.54, lo cual avala la validez de la observación.

Valorando de esta forma las alteraciones degenerativas, se podría estudiar la aparición de inestabilidad segmentaria en función de la puntuación obtenida en cada unidad, desglosándose o no el tipo de alteración que presenta el enfermo.

En nuestra revisión, al margen de estos trabajos que tienen en cuenta los cambios en la unidad funcional, solo hemos encontrado clasificaciones que toman en consideración cambios discales o articulares. No hemos encontrado ningún sistema de clasificación en el cual se integren modificaciones discales y articulares para obtener una global del estado degenerativo del raquis.

6.4. VARIACIONES EN FUNCIÓN DEL TIPO DE OBSERVADOR

Varios estudios se han venido realizando para evaluar si el tipo de observador influye o no a la hora de valorar los cambios degenerativos del raquis del enfermo.

Esto es importante ya que las imágenes radiológicas pueden ser valoradas por el radiólogo, el reumatólogo o el traumatólogo. Además, cada uno de los observadores tiene un grado de experiencia profesional, y sus observaciones se verán influidas por su personalidad, su tendencia a actuar desde el punto de vista quirúrgico, etc...

El mismo enfermo, en distintas revisiones, puede ser visto por diferentes especialistas, lo cual hace indispensable que, si bien es imposible que todos veamos exactamente lo mismo, sí por lo menos haya un acuerdo entre todos lo suficientemente significativo como para que podamos dar una cierta garantía al enfermo de que la interpretación de la prueba es objetiva.

En este campo podemos encontrar algunos estudios, como el que Mulcorney realizó en 2006, en el cual comparaba cirujanos ortopédicos y radiólogos, con distintos niveles de experiencia, a la hora de valorar imágenes de RMN lumbar y Escáner Oseo/SPECT (Tomografía Computarizada con Emisión de Fotones). Después de analizar los distintos grupos de observadores, concluyó que no existía diferencia estadísticamente significativa en cuanto a la interpretación de imágenes de RM, pero que sin embargo la correlación era más pobre entre examinadores cuando hablábamos de pruebas de Medicina Nuclear, siendo el SPECT más sensible y más preciso que el escáner óseo a la hora de detectar y localizar las lesiones.⁸⁰

Madan SS, estudió el error interobservador en la interpretación de radiografías simples para la valoración de la degeneración lumbar en 2003. Utilizó para ello un grupo de observadores entre los cuales se incluye un Cirujano Ortopédico General, un Cirujano especialista en columna, una enfermera que hacía prácticas en columna, y dos radiólogos; uno general y otro especializado en columna. A todos ellos se les mostraron imágenes de Radiología Simple de columna lumbar con el objetivo de que

diagnosticasen los cambios discales degenerativos. Se utilizaron también imágenes de RM como Gold Estándar.

Las variaciones en las observaciones podían ser debidas a la heterogeneidad de la muestra, a la estrategia diagnóstica y a las preferencias de los observadores, así como a la importancia, forma de presentación y prevalencia de las anomalías observadas.

En general, tanto en las imágenes de Radiología Simple como de RM, hubo diferencias entre el grupo de profesionales especializados en columna, que incluía radiólogo, cirujano y enfermera en prácticas, y el grupo de los facultativos no especializados en columna, el cirujano ortopédico general y el radiólogo no especializado.

En líneas generales, los observadores familiarizados con el diagnóstico de problemas de columnas diagnosticaban más patología que los no familiarizados con el tema. Estas diferencias seguían siendo significativas tanto para imágenes de Radiología Simple como de RM, aunque las diferencias fueron mucho más acusadas para las imágenes de Radiología Simple, por lo cual los autores desaconsejaron esta técnica para diagnóstico de enfermedad degenerativa lumbar en ausencia de RM.¹²

Otro estudio interesante fue publicado por Wilke en 2006. En él planteaba un nuevo sistema de gradación para la degeneración discal basándose en imágenes de Radiología Simple, realizando un estudio interobservador utilizando observadores con distintos grados de experiencia, y valorando el acuerdo entre ellos.

Después, correlacionaban las observaciones con los hallazgos macroscópicos a nivel de las mismas unidades observadas. Al igual que en el estudio previo, los observadores menos experimentados con alteraciones de columna tendían a infravalorar los cambios con respecto a los más experimentados. No obstante el grado de acuerdo fue lo suficientemente significativo como para concluir la objetividad, validez y reproducibilidad del nuevo sistema de gradación que presentaban los autores.⁸¹

Recientemente Patriarca, en el año 2015, ha realizado un estudio interobservador en el cual utiliza imágenes de RM dinámica para valorar la existencia de inestabilidad segmentaria. Su objetivo era averiguar si la experiencia del

observador tenía un impacto significativo en la valoración de la observación. Concluyó que no existían diferencias estadísticamente significativas en las observaciones, por lo que la prueba es reproducible y fiable para valorar la existencia de inestabilidad en la columna lumbar.⁸²

En nuestro estudio, dentro de los observadores propuestos, se incluyen cirujanos especializados en la valoración de pruebas de columna, radiólogos y facultativos no especialistas en la valoración de este tipo de pruebas. No se han encontrado diferencias entre grupos en los análisis de regresión que hemos realizado, lo cual avala la objetividad y reproducibilidad del sistema que presentamos.

De cara al seguimiento del enfermo, esto supone que la clasificación propuesta por el radiólogo o el facultativo que valoró al enfermo la última vez es aplicable a nosotros, por lo que podemos seguir fácilmente la evolución del enfermo por la evolución de sus PLD, independientemente de cuándo hayan sido las observaciones previas y de quién las haya realizado.

El sistema, por tanto, facilita enormemente la lectura del informe radiológico, así como la clasificación del enfermo de cara al seguimiento, valoración terapéutica o inclusión en ensayos clínicos.

Por consiguiente, nos parece un sistema válido, fiable y reproducible, muy interesante tanto desde el punto de vista clínico como académico, por lo que se propone como sistema de gradación de las lesiones degenerativas del raquis lumbar basándose en imágenes de RM potenciadas en T2.

7. Conclusiones

CONCLUSIONES

1. Se trata de un sistema de gradación válido y fiable para la valoración de las alteraciones degenerativas del raquis lumbar. Esto se deduce de la elevada concordancia interobservador, así como por el valor del estadístico Kappa de 0,544 en las valoraciones axiales, de 0,681 en las sagitales y de 0,504 en la valoración total.
2. No existen diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de observadores.

8. Bibliografía

1. Mota MJ, Cardoso M, Carvalho A, Marques A, Sá-Couto P, Demain S. Women's experiences of low back pain during pregnancy. *J Back Musculoskelet Rehabil.* 2015; 28(2):351-7. PMID: 25271197
2. Vas J, Aranda-Regules JM, Modesto M, Aguilar I, Baron-Crespo M, Ramos-Monserrat M, Quevedo-Carrasco M, Rivas-Ruiz F. Auricular acupuncture for primary care treatment of low back pain and posterior pelvic pain in pregnancy: study protocol for a multicentre randomised placebo-controlled trial. *Trials.* 2014 Jul 16; 15:288. doi: 10.1186/1745-6215-15-288. PMID: 25027493
3. Andersson GB. Epidemiological features of chronic low-back pain. *Lancet.* 1999 Aug 14; 354(9178):581-5. PMID: 10470716
4. Frymoyer JW: Back pain and sciatica. *N Engl J Med* 1988 Feb 4; 318(5):291-300. PMID: 2961994
5. Von Korff M, Saunders K. The course of back pain in primary care. *Spine* 1996 Dec 15; 21(24):2833-7; discussion 2838-9. PMID: 9112707
6. Robaina Padrón FJ. Lumbalgia y ciática crónicas. ¿Usamos adecuadamente los opiáceos? ¿Cirugía de raquis o morfina en el paciente mayor? *Rev. Soc. Esp. Dolor* V16 N°1 Narón (La Coruña) Ene-Feb 2009 ISSN 1134-8046
7. Van Tulder MW, Assendelft WJ, Koes BW, Bouter LM. Method guidelines for systematic reviews in the Cochrane Collaboration Back Review Group for Spinal Disorders. *Spine* 1997 Oct 15; 22(20):2323-30. PMID: 9355211

8. Sharma A, Parsons M, Pilgram T. Temporal interactions of degenerative changes in individual components of the lumbar intervertebral discs: a sequential magnetic resonance imaging study in patients less than 40 years of age. *Spine*. 2011 Oct 1;36(21):1794-800. doi:10.1097/BRS.0b013e31821590ad. PMID: 21358575
9. Videman T, Battié MC, Gibbons LE, Gill K. Aging changes in lumbar discs and vertebrae and their interaction: a 15-year follow-up study. *Spine J*. 2014 Mar 1; 14(3):469-78. doi: 10.1016/j.spinee.2013.11.018. Epub 2013 Nov 19. PMID: 24262855
10. Kirkaldy-Willis WH, Wedge JH, Young-Hing K, Reilly J. Pathology and pathogenesis of lumbar spondylosis and stenosis. *Spine*. 1978 Dec; 3(4):319-28. PMID: 741238
11. Nachemson AL. Advances in low-back pain. *Clin Orthop Relat Res*. 1985 Nov; (200):266-78. PMID: 2933201
12. Matus C, Galilea E, San Martín A. Imagenología del dolor lumbar. *Revista Chilena de Radiología*. Vol. 9 N° 2, año 2003; 62-69. ISSN 0717-9308
13. Eisenstein SM, Parry CR. The lumbar facet arthrosis syndrome. Clinical presentation and articular surface changes. *J Bone Joint Surg Br*. 1987 Jan; 69(1):3-7. PMID: 2950102
14. Medina M. Patrón lumbar degenerativo: estudio intraobservador. Universidad de Murcia. 2014 Nov
15. Langman. Embriología Médica con orientación clínica. Ed. Panamericana. 10º Edición 2006. Cap 6; 69-79
16. Williams P, Warwick KR. Gray Anatomía. Tomo I. Ed Salvat 36ª Edición 1985; 128-157

17. Gilbert, Scott F. 2006. Developmental Biology (Octava edición). Sinauer Associates, Inc. pp. 53–58. ISBN 9780878932504
18. Jinkins JR, Dworkin JS, Damadian RV. Upright, weight-bearing, dynamic-kinetic MRI of the spine: initial results. EurRadiol. 2005 Sep; 15(9):1815-25. Epub 2005 May 20. PMID: 15906040
19. Parke WW. The innervation of connective tissues of the spinal motion segment. International Symposium on Percutaneous Lumbar Discectomy. Philadelphia, Pennsylvania, Nov 1987
20. Testut L, Latarjet A. Tratado de Anatomía Humana. Tomo I. Ed Salvat 9ª Edición 1979; 44-97
21. Sobotta. Atlas de anatomíahumana. Tomo 2. Ed. Panamericana, 22º Edición 2008. 8-45
22. Netter F. Atlas Netter de columna vertebral. Ed Elsevier Masson
23. Testut L, Latarjet A. Tratado de Anatomía Humana. Tomo I. Ed Salvat 9ª Edición 1979; 493-502
24. Cano-Gómez C, Rodríguez de la Rúa J, García Guerrero G, Juliá-Bueno J, Marante-Fuertes J. Fisiopatología de la degeneración y del dolor de la columna lumbar. Revista Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología. Vol 52 Num 1. Enero 2008
25. GrunhagenT, Wilde G, Soukane DM, Shirazi-Ald SA, Urban JP. Nutrient supply and intervertebral disc metabolism. J Bone Joint Surg Am. 2006 Apr; 88 Suppl 2:30-5. PMID: 16595440
26. Wang Y, Videman T, Battié MC. ISSLS prize winner: Lumbar vertebral endplate lesions: associations with disc degeneration and back pain history.

Spine. 2012 Aug 1; 37(17):1490-6. doi : 10.1097/BRS.0b013e3182608ac4.
PMID: 22648031

27. Bullough PG, Boachie-Adjei O. Atlas de enfermedades de la columna. Ed. Edika-Me. 1990. Cap 4; 42-44
28. Adams MA, Hutton WC: The mechanical function of the lumbar apophyseal joints. Spine 1983 Apr; 8(3):327-30. PMID: 6623200
29. Cavanaugh J, Ozaktay A, Yamashita H: Lumbar facet pain: biomechanics, neuroanatomy and neurophysiology. Biomech 1996; 29(9): 1117-1129
30. Yang KH, King AI. Mechanism of facet load transmission as a hypothesis for low-back pain. Spine 1984 Sep; 9(6):557-65. PMID: 6238423
31. Schmorl G, Junghans H. Clinique et radiologie de la colonne vertebrale normal et pathologique. Paris: G. Doin, 1956
32. Parke WW. The applied anatomy of the spine. En Rothman RH, Simenone F, editors. The Spine, ed 2. Philadelphia: WB Saunders, 1982:vol 1
33. Farfan HF, Huberdeau RM, Duvow HI. Lumbar intervertebral disc degeneration: the influence of geometrical features on the pattern of disc degeneration—a post mortem study. J Bone Joint Surg Am. 1972 Apr; 54(3):492-510. PMID: 5055149
34. Jang SY, Kong MH, Hymanson HJ, Jin TK, Song KY, Wang JC. Radiographic Parameters of Segmental Instability in Lumbar Spine Using Kinetic MRI. J Korean Neurosurg Soc 2009 Jan; 45(1): 24–31. doi: 10.3340/jkns.2009.45.1.24. PMCID: PMC2640818
35. Berne D, Goubier JN, Lemoine J, Saillant G. The aging of the spine: natural evolution. European Journal of Orthopaedic Surgery and Traumatology 1999 Sep; Volume 9, Issue 3, pp 125-133

36. Zobel BB, Vadalá G, Del Vescovo R, Battisti S, Martina FM, Stellato L, Leoncini E, Borthakur A, Denaro V. T1p magnetic resonance imaging quantification of early lumbar intervertebral disc degeneration in healthy young adults. *Spine*. 2012 Jun 15; 37(14):1224-30. doi: 10.1097/BRS.0b013e31824b2450. PMID: 22281486
37. Anderson DG, Markova D, An Hs, Chee A, Enomoto-Iwamaoto M, Markov V, Saitta B, Shi P, Gupta Ch, Zang Y. Human Umbilical Cord Blood-Derived Mesenchymal Stem Cells in the Cultured Rabbit Intervertebral Disc: A Novel Cell Source for Disc Repair. *Am J Phys Med Rehabil* 2013 May; 92(5):420-429. PMCID: PMC4238943
38. Mayer JE, Iatridis JC, Chan D, Qureshi SA, Gottesman O, Hecht AC. Genetic polymorphisms associated with intervertebral disc degeneration. *Spine J*. 2013 Mar; 13(3):299-317. doi: 10.1016/j.spinee.2013.01.041. PMID: 23537453
39. Keppler CK, Ponnappan RK, Tannoury CA, Risbud MV, Anderson DG. The molecular basis of intervertebral disc degeneration. *Spine J*. 2013 Mar; 13(3):318-30. doi: 10.1016/j.spinee.2012.12.003. Epub 2013 Feb 8. PMID: 23537454
40. Cs-Szabo G, Ragasa-San Juan D, Turumella V, Masuda K, Thonar EJ, An HS. Changes in mRNA and protein levels of proteoglycans of the anulus fibrosus and nucleus pulposus during intervertebral disc degeneration. *Spine* 2002 Oct 15; 27(20):2212-9. PMID: 12394896
41. Charran AK, Tony G, Lalam R, Tyrrell PN, Tins B, Singh J, Eisenstein SM, Balain B, Trivedi JM, Cassar-Pullicino VN. Destructive discovertebral degenerative disease of the lumbar spine. *Skeletal Radiol*. 2012 Sep; 41(10):1213-21. doi: 10.1007/s00256-012-1446-x. Epub 2012 Jun 5. PMID: 22664859

42. Feng H, Danfelter M, Strömqvist B, Heinegard D. Extracellular matrix in disc degeneration. *J Bone Joint Surg Am*. 2006 Apr; 88 Suppl 2:25-9. PMID: 16595439
43. Maus TP, Aprill CN. Lumbar diskogenic pain, provocation diskography, and imaging correlates. *Radiol Clin North Am*. 2012 Jul; 50(4):681-704. doi: 10.1016/j.rcl.2012.04.013. PMID: 22643391
44. Bogduk N. Degenerative joint disease of the spine. *Radiol Clin North Am*. 2012 Jul; 50(4):613-28. doi: 10.1016/j.rcl.2012.04.012. PMID: 22643388
45. Carrera GF, Williams AL. Current concepts in evaluation of the lumbar facet joints. *Crit Rev Diagn Imaging*. 1984; 21(2):85-104. PMID: 6235101
46. Lilius G, Laasonen EM, Myllynen P, Harilainen A, Grönlund G. Lumbar facet joint syndrome. A randomised clinical trial. *J Bone Joint Surg Br*. 1989 Aug; 71(4):681-684. PMID: 2527856
47. Schellinger D, Wener L, Ragsdale BD, Patronas NJ. Facet joint disorders and their role in the production of back pain and sciatica. *Radiographics*. 1987 Sep; 7(5):923-44. PMID: 2969603
48. Fujiwara A, Tamai K, An HS, Kurihashi T, Lim TH, Yoshida H, Saotome K. The relations hip between disc degeneration, facet joint osteoarthritis, and stability of the degenerative lumbar spine. *J Spinal Disord*. 2000 Oct; 13(5):444-50. PMID: 11052356
49. Misaggi B, Gallazzi M, Colombo M, Ferraro M. Articular facets syndrome: diagnostic grading and treatment options. *Eur Spine J*. 2009 Jun; 18 Suppl 1:49-51. doi: 10.1007/s00586-009-0987-8. Epub 2009 May 9. PMID: 19430820
50. Varlotta GP, Lefkowitz TR, Schweitzer M, Errico TJ, Spivak J, Bendo JA, Rybak L. The lumbar facet joint: a review of current knowledge: part 1:

anatomy, biomechanics, and grading. *Skeletal Radiol.* 2011 Jan; 40(1):13-23. doi: 10.1007/s00256-010-0983-4. Epub 2010 Jul 13. PMID: 20625896

51. Herrera Rodríguez A, Vela Rodríguez J. Estenosis de canal lumbar. Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología. Hospital Universitario “Miguel Servet” Zaragoza
52. Madan SS, Rai A, Harley JM. Interobserver Error in Interpretation of the Radiographs for Degeneration of the Lumbar Spine. *Iowa Orthop J* 2003; 23:51-56. PMID: PMC1888399
53. Knutsson F. The instability as sociated with disc degeneration in the lumbar spine. *Acta Radiol* 1944 Vol 25 (593-609)
54. Panjabi MM, White AA. Basic biomechanics of the spine. *Neurosurgery.* 1980 Jul;7(1):76-93. PMID: 7413053
55. Yuksel M, Yuksel KZ, Demirpolat G. Evaluation of degenerative diseases of the lumbar spine with reformatted and 3-dimensional computed tomography images. *SaudiMed J.* 2012 Jul; 33(7):776-81. PMID: 22821313
56. Solgaard Sorensen J, Kjaer P, Jensen ST, Andersen P. Low-field magnetic resonance imaging of the lumbar spine: reliability of qualitative evaluation of disc and muscle parameters. *ActaRadiol* 2006 Nov; 47(9):947-53. PMID: 17077047
57. Hoppe S, Quirbach S, Mamisch TC, Krause FG, Werlen S, Benneker LM. Axial T2 mapping in intervertebral discs: a new technique for assessment of intervertebral disc degeneration. *EurRadiol.* 2012 Sep; 22(9):2013-9. doi: 10.1007/s00330-012-2448-8. Epub 2012 Apr 29. PMID: 22544293
58. Nagashima M, Abe H, Amaya K, Matsumoto H, Yanaihara H, Nishiwaki Y, Toyama Y, Matsumoto M. A method for quantifying intervertebral disc signal intensity on T2-weighted imaging. *Acta Radiol.* 2012 Nov 1;

53(9):1059-65. doi: 10.1258/ar.2012.120039. Epub 2012 Sep 19. PMID: 22993271

59. Modic MT, Steinberg PM, Ross JS, Masaryk TJ, Carter JR. Degenerative disk disease: assessment of changes in vertebral body marrow with MR imaging. *Radiology*. 1988 Jan;166(1 Pt 1):193-9. PMID: 3336678
60. Schneiderman G, Flannigan B, Kingston S, Thomas J, Dillin WH, Watkins RG. Magnetic resonance imaging in the diagnosis of disc degeneration: correlation with discography. *Spine* 1987 Apr; 12(3):276-81. PMID: 2954224
61. Sether LA, Yu S, Haughton VM, Fischer ME. Intervertebral disk: normal age-related changes in MR signal intensity. *Radiology* 1990 Nov; 177(2):385-8. PMID: 2217773
62. Keorochana G, Taghavi CE, Tzeng ST, Morishita Y, Yoo JH, Lee KB, Liao JC, Wang JC. Magnetic resonance imaging grading of interspinous ligament degeneration of the lumbar spine and its relation to aging, spinal degeneration, and segmental motion. *J Neurosurg Spine*. 2010 Oct; 13(4):494-9. doi : 10.3171/2010.4.SPINE09515. PMID: 20887147
63. Waris E, Eskelin M, Hermunen H, Kiviluoto O, Paajanen H. Disc degeneration in low back pain: a 17-year follow-up study using magnetic resonance imaging. *Spine* 2007 Mar 15; 32(6):681-4. PMID: 17413474
64. Leone A, Guglielmi G, Cassar-Pullicino VN, Bonomo L. Lumbar intervertebral instability: a review. *Radiology* 2007 Oct; 245(1):62-77. PMID: 17885181
65. Rengachary SS, Balabhadra RS. Black disc disease: a commentary. *Neurosurg Focus* 2002 Aug 15; 13(2):E14. PMID: 15916398
66. McGregor AH, Anderton L, Gedroyc WM, Johnson J, Hughes SP. The use of interventional open MRI to assess the kinematics of the lumbar spine in

patients with spondylolisthesis. Spine 2002 Jul 15; 27(14):1582-6. PMID: 12131722

67. Shizas C, Theumann N, Burn A, Tansey R, Wardlaw D, Smith FW, Kulik G. Qualitative grading of severity of lumbar spinal stenosis based on the morphology of the dural sac on magnetic resonance images. Spine 2010 Oct 1;35(21):1919-24. doi: 10.1097/BRS.0b013e3181d359bd. PMID: 20671589
68. Luiz Pimenta, Fernando Bellera Alonso, Mónica León Parra, Roberto Carlos Díaz Orduz. Clasificación radiográfica de la degeneración facetaria lumbar: Evaluación intra e interobservador. Acta Ortopédica Mexicana. Vol 19, (3);95-98 , May-Jun 2005
69. Thalgott JS, Albert TJ, Vaccaro AR, Aprill CN, Giuffre JM, Drake JS, Henke JP. A new classification system for degenerative disc disease of the lumbar spine based on magnetic resonance imaging, provocative discography, plain radiographs and anatomic considerations. Spine J. 2004 Nov-Dec; 4(6 Suppl):167S-172S. PMID: 15541662
70. Resnick D. Radiographic features of osteoarthropathy. Radiology 1985 Nov; 157(2):553-4. PMID: 4048472
71. Kettler A, Wilke HJ. Review of existing grading systems for cervical or lumbar disc and facet joint degeneration. EurSpine J. 2006 Jun; 15(6):705-718. PMID: 16172902
72. Pfirrmann CW, Metzdorf A, Zanetti M, Hodler J, Boos N. Magnetic resonance classification of lumbar intervertebral disc degeneration. Spine 2001 Sep; 26(17):1873-8. PMID: 11568697
73. Wang YX, Griffith JF, Ma HT, Kwok AW, Leung JC, Yeung DK, Ahuja AT, Leung PC. Relationship between gender, bone mineral density, and disc degeneration in the lumbar spine: a study in elderly subjects using an eight-

- level MRI-based disc degeneration grading system. *OsteoporosInt*. 2011 Jan; 22(1):91-6. doi: 10.1007/s00198-010-1200-y. Epub 2010 Mar 30. PMID: 20352410
74. Riesenburger RI, Safain MG, Ogbuji R, Hayes J, Hwang SW. A novel classification system of lumbar disc degeneration. *J Clin Neurosci*. 2015 Feb; 22(2):346-51. doi: 10.1016/j.jocn.2014.05.052. Epub 2014 Oct 22
75. Weishaupt D, Zanetti M, Boos N, Hodler J. MR imaging and CT in osteoarthritis of the lumbar facet joints. *Skeletal Radiol*. 1999 Apr; 28(4):215-9. PMID: 10384992
76. Cohen, J. A coefficient of agreement for nominal scales. *Educational and Psychological Measurement* 1960. 20:37-46
77. ACR BI-RADS fourth Edition 2003
78. Kellgren JH, Lawrence Js. Radiological assessment of osteo-arthritis. *Ann Rheum Dis*. 1957 Dec; 16(4):494-502. PMID: 13498604
79. Fujiwara A, Lim TH, Un HS, Tanaka N, Jeon CH, Andersson GB, Haughton VM. The effect of disc degeneration and facet joint osteoarthritis on the segmental flexibility of the lumbar spine. *Spine* 2000 Dec 1; 25(23):3036-44. PMID: 11145815
80. Mulconrey DS, Knight RQ, Bramble JD, Paknikar S, Harty PA. Interobserver reliability in the interpretation of diagnostic lumbar MRI and nuclear imaging. *Spine J* 2006 Mar-Apr; 6(2):177-84. Epub 2006 Jan 27. PMID: 16517390
81. Wilke HJ1, Rohlmann F, Neidlinger-Wilke C, Werner K, Claes L, Kettler A. Validity and interobserver agreement of a new radiographic grading system for intervertebral disc degeneration: Part I. Lumbar spine. *Eur Spine J* 2006 Jun; 16(6):720-30. Epub 2005 Nov 18. PMID: 16328226. PMCID:PMC3489460

82. Patriarca L, Letteriello M, Di Cesare E, Barile A, Gallucci M, Splendiani A.
Does evaluator experience have an impact on the diagnosis of lumbar spine
instability in dynamic MRI? Interobserver agreement study. *Neuroradiol J*.
2015 Jun;28(3):341-6. doi: 10.1177/1971400915594508. PMID: 26246107

9. Anexo I

ANEXO I: TABLAS DE REGRESIÓN

	A1	A2	A3	A4	A5
Especialista	0,072 (0,338)	0,456* (0,270)	-0,016 (0,174)	0,012 (0,167)	0,340 (0,247)
Facultativo no especialista	0,152 (0,338)	-0,364 (0,270)	0,064 (0,174)	-0,088 (0,167)	-0,100 (0,247)
Cirujano de raquis	-0,235 (0,295)	-0,157 (0,236)	0,037 (0,152)	-0,195 (0,146)	-0,080 (0,215)
Constante	1,848*** (0,181)	3,304*** (0,144)	3,816*** (0,093)	4,128*** (0,090)	3,440*** (0,132)

	S1	S2	S3	S4	S5
Especialista	-0,036 (0,064)	0,052 (0,078)	0,108 (0,100)	0,096 (0,134)	-0,052 (0,116)
Facultativo no especialista	-0,036 (0,064)	-0,008 (0,078)	0,008 (0,100)	0,236* (0,134)	0,068 (0,116)
Cirujano de raquis	-0,056 (0,056)	0,005 (0,068)	-0,032 (0,087)	0,016 (0,117)	-0,072 (0,101)
Constante	1,136*** (0,034)	1,168*** (0,041)	1,392*** (0,053)	1,744*** (0,072)	1,552*** (0,062)

	Total 1	Total 2	Total 3	Total 4	Total 5
Especialista	0,036 (0,358)	0,508* (0,289)	0,092 (0,210)	0,108 (0,231)	0,288 (0,292)
Facultativo no especialista	0,116 (0,358)	-0,372 (0,289)	0,072 (0,210)	0,148 (0,231)	-0,032 (0,292)
Cirujano de raquis	-0,291 (0,313)	-0,152 (0,253)	0,005 (0,184)	-0,179 (0,202)	-0,152 (0,255)
Constante	2,984*** (0,192)	4,472*** (0,155)	5,208*** (0,112)	5,872*** (0,124)	4,992*** (0,156)

Nota: La tabla informa de los coeficientes estimados por Mínimos Cuadrados Ordinarios y los errores estándar (en paréntesis) para las indicadores de especialidad del facultativo que realiza la valoración. Los símbolos *, ** y *** indican que el coeficiente es significativo al 10%, 5% y 1% de significatividad, respectivamente.

