

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE MEDICINA
POSTGRADO DE ESPECIALIDADES MÉDICAS**



**INFORME FINAL DE LA TESIS DE GRADUACIÓN
CONCORDANCIA ENTRE LA RADIOGRAFÍA Y LA RESONANCIA
MAGNÉTICA PARA LA EVALUACIÓN DE LA ESPONDILOARTROSIS
LUMBAR**

Presentado por:

Dr. WILLIAM ALEXANDER ARRIOLA CAÑAS
Dr. RONAL ULICES BARILLAS BONILLA

Para Optar al Título de:

ESPECIALISTA EN RADIOLOGÍA E IMÁGENES

Asesor de Tesis:

Dra. CLAUDIA ELIZABETH JIMÉNEZ DE GUZMÁN

CIUDAD UNIVERSITARIA "DR. FABIO CASTILLO FIGUEROA", EL SALVADOR

NOVIEMBRE 2025.

INDICE

INTRODUCCIÓN	4
ANATOMÍA DE LA COLUMNA VERTEBRAL	4
<i>Anatomía del complejo disco vertebral.....</i>	<i>5</i>
CAMBIOS MODIC: ANATOMÍA, FISIOPATOLOGÍA Y CORRELACIÓN CLÍNICA.	6
<i>Osteocondrosis intervertebral.....</i>	<i>6</i>
IMÁGENES DE LA ENFERMEDAD DEL DISCO Y ESPONDILOSIS DEGENERATIVA DE LA COLUMNA LUMBAR	8
<i>Clasificación de la espondiloartrosis.....</i>	<i>8</i>
EL ROL DE LOS ESTUDIOS DE IMAGEN EN LA EVALUACIÓN DE LA COLUMNA LUMBAR.	10
<i>Indicaciones clínicas, limitaciones y utilidad clínica de las técnicas de imagen.</i>	<i>10</i>
COMPARACIÓN ENTRE LOS HALLAZGOS POR RESONANCIA MAGNÉTICA EN ESPONDILOARTROSIS LUMBAR Y POR RADIOGRAFÍA SIMPLE	22
IMPORTANCIA DEL DIAGNÓSTICO POR IMAGEN EN LA TOMA DE DECISIONES CLÍNICAS	25
MATERIALES Y MÉTODOS.....	29
TIPO DE DISEÑO.....	29
POBLACIÓN DE ESTUDIO.....	29
MÉTODO DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	31
VARIABLES.....	32
ENTRADA Y GESTIÓN INFORMÁTICA DE LOS DATOS	34
ANÁLISIS ESTADÍSTICO	34
RESULTADOS	36
CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN.....	36
ANÁLISIS DE CONCORDANCIA.....	37
DISCUSIÓN	39
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	44

RESUMEN

La espondiloartrosis lumbar es una causa frecuente de lumbalgia en adultos a partir de los 40 años. Su diagnóstico se basa en estudios de imagen, siendo la radiografía simple y la resonancia magnética (RM) las modalidades más utilizadas. Sin embargo, la concordancia diagnóstica entre ambas técnicas aún no está claramente establecida.

Materiales y métodos. Se realizó un estudio descriptivo, transversal de concordancia, a partir de reportes radiológicos de pacientes con diagnóstico de lumbalgia, que contaban con radiografía y resonancia magnética de columna lumbar en el Hospital Nacional Rosales entre noviembre de 2022 y diciembre de 2024. Se estableció comparación entre 4 parámetros radiológicos para ambos exámenes por nivel lumbar. Usando el software JAMOV, se realizó análisis de acuerdo, obteniendo el coeficiente Kappa de Cohen para determinar la concordancia diagnóstica entre ambas modalidades.

Resultados: La muestra estuvo conformada por 135 pacientes: 106 mujeres (79%) y 29 hombres (21%), entre 40 y 70 años, con una mediana de edad global de 57 años. Los valores de Kappa oscilaron entre 0.33 y 0.93, mostrando una variabilidad según el nivel vertebral y la variable analizada. La mejor concordancia se obtuvo para los osteofitos ($\kappa = 0.89$, concordancia casi perfecta) y la disminución del espacio intervertebral ($\kappa = 0.65$, concordancia sustancial), seguido por esclerosis de platillos vertebrales con concordancia moderada ($\kappa = 0.54$) y la hipertrofia facetaria la menor ($\kappa = 0.37$, concordancia regular). Se encontró asociación entre el tiempo de evolución de los síntomas y la disminución del espacio intervertebral a nivel L4-L5 ($p < 0.05$).

Conclusión: La radiografía simple mantiene una buena concordancia con la resonancia magnética en la identificación de alteraciones estructurales óseas, especialmente osteofitos y disminución del espacio intervertebral.

Palabras clave: Imagen por resonancia magnética, dolor de la región lumbar, vertebrales lumbares, hipertrofia facetaria, artrosis facetaria.

Introducción

Los cambios degenerativos en la columna vertebral tienen una gran relevancia médica y socioeconómica. La imagenología de la columna vertebral degenerativa es un desafío frecuente en radiología. La patogénesis de este proceso degenerativo representa un continuo de alteraciones biomecánicamente relacionadas, que puede identificarse con diferentes modalidades de imagen. (1)

Anatomía de la columna vertebral

La columna vertebral en general posee curvas que, junto con la lordosis lumbar, tienen la función de soporte de carga del organismo, ayudando a absorber y distribuir los impactos que se producen por las actividades diarias, así como a mantener el equilibrio corporal. Erigida verticalmente, la columna vertebral es el mástil de nuestro cuerpo y cumple tres funciones principales: proporcionar soporte estructural, permitir el movimiento del tronco y proteger los elementos neurales. (2)

Dos vértebras adyacentes, el disco intervertebral, los ligamentos espinales y las articulaciones facetarias entre ellas constituyen una unidad espinal funcional.

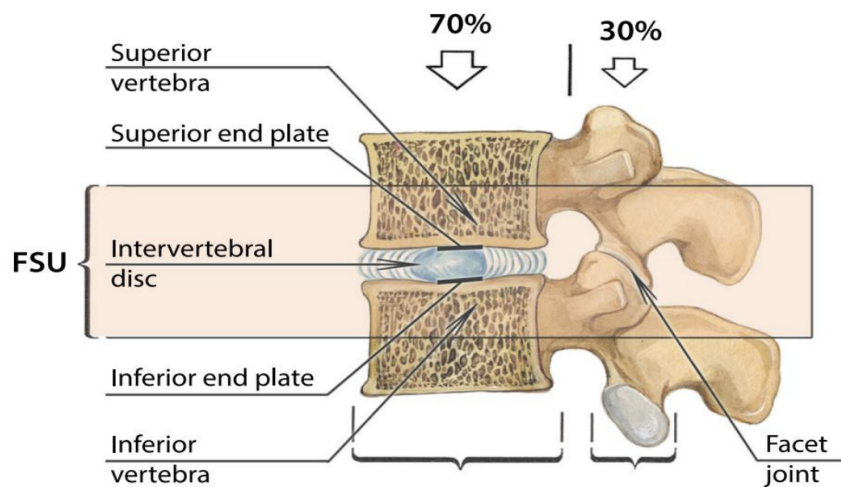


Fig. 1 Unidad espinal funcional. (2)

La columna vertebral soporta la estructura física y el sistema nervioso del cuerpo, permitiendo el movimiento y la sensibilidad. Los cambios degenerativos en un segmento dan lugar a anomalías en el nivel se transmite por la vértebra cuerpo y los discos intervertebrales. Las patologías de la columna vertebral pueden afectar negativamente la calidad de vida (2).

En los humanos, está compuesta por 33 vértebras: 7 cervicales, 12 torácicas, 5 lumbares, 5 sacras y 4 coccígeas. (3) Figura 2.

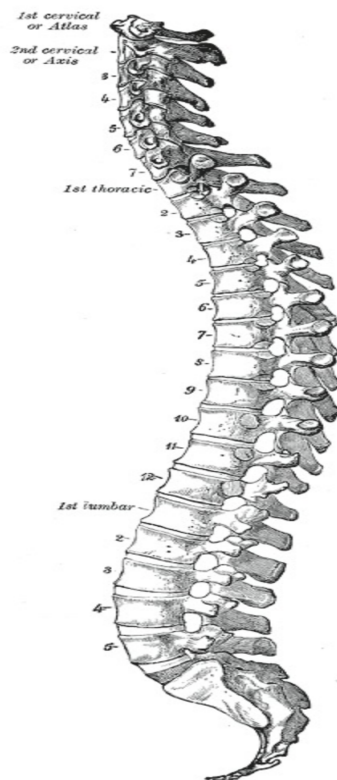


Figura 2. Anatomía de la espalda y la columna vertebral.

Anatomía del complejo disco vertebral

El disco está formado por dos estructuras fundamentales: el núcleo pulposo y el anillo fibroso. Aunque su composición porcentual difiere en la columna cervical, dorsal y lumbar, está formado por tres componentes básicos: proteoglicano, colágeno y agua

El núcleo se mantiene en su lugar por el segundo componente del disco llamado anillo fibroso, que está compuesto de láminas de fibras de colágeno tipo 1 periféricamente y fibras de colágeno tipo 2 profundamente.⁵ Las fibras de colágeno tipo 2 internas se mezclan con las del núcleo pulposo. Las fibras externas del anillo fibroso están unidas a las placas terminales vertebrales adyacentes por fibras de Sharpey. El propósito del anillo es contener el núcleo pulposo al soportar la tensión del aro de la carga axial y las fuerzas de corte de flexión y torsión. El tercer componente del disco es la placa terminal cartilaginosa hialina del cuerpo vertebral por encima y por debajo del núcleo pulposo, y a través de la cual se produce la difusión de nutrientes al núcleo. La placa terminal cartilaginosa generalmente no es discernible con imágenes. (4)

El disco es avascular, y sus células dependen de la difusión molecular de los vasos sanguíneos en los márgenes del disco para suministrar los nutrientes esenciales para la actividad celular y eliminar los desechos metabólicos.

Este es un concepto clave en la anatomía y fisiopatología del complejo discovertebral, ya que se ha demostrado que una caída en el suministro de nutrientes puede reducir el número de células viables en el disco, lo que lleva a la degeneración.

El disco intervertebral puede considerarse como una almohadilla blanda que separa las vértebras de la columna vertebral. Sus funciones principales son tres: actúa como ligamento, manteniendo unidas las vértebras; actúa como amortiguador para soportar la carga axial; y, finalmente, actúa como pivote, permitiendo la flexión, rotación y torsión de la columna. (5)

Cambios Modic: Anatomía, Fisiopatología y Correlación Clínica.

Osteocondrosis intervertebral

Si bien la degeneración del disco suele afectar tanto al núcleo pulposo como al anillo simultáneamente y los componentes están íntimamente relacionados. Las articulaciones apofisarias están ricamente inervadas se encontró una asociación entre el estrechamiento

aterosclerótico de de orientación entre pares de facetas, más frecuentemente en L4-5, hernia y dolor de espalda en ocupaciones que implican levantar frecuentemente más de 25 libras, especialmente si se giraba. También se han implicado debido a su influencia en el suministro vascular a los cuerpos vertebrales. La degeneración del núcleo pulposo se denomina “osteocondrosis intervertebral” y aparece radiográficamente como un estrechamiento del espacio discal, con o sin el fenómeno de vacío” del gas intradiscal. (6) Las calcificaciones del disco en el último estudio se asociaron significativamente con estrechamiento del espacio discal y osteofitos lumbares. Pueden formarse pequeños osteofitos como consecuencia de la inestabilidad del segmento de movimiento resultante del núcleo degenerado. (7)

En la resonancia magnética, la aparición más temprana de degeneración del núcleo se está desecando, lo que se manifiesta como una baja intensidad de señal en degeneración como cambios en la placa terminal y osteofitos.

El disco entonces es estrecho y puede presentar una intensidad de señal baja, lineal o irregular si hay gas o calcificación. Pequeñas áreas focales de baja señal. La intensidad en el anillo también puede deberse a una enfermedad degenerativa. fibrosis. (8)

El núcleo absorbe líquido en lugar de nitrógeno, lo que provoca una paradójica apariencia de “disco blanco” de degeneración con una intensidad de señal alta en T2WI en lugar de una apariencia desecada.

Pueden ocurrir cambios degenerativos en las vértebras adyacentes, placas terminales, como lo describen Modic y colegas, ver tabla 1.

Tabla 1. Tipo de cambios degenerativos según Modic

Tipo	Descripción
Tipo 1	El cambio es el tejido de granulación vascular, demostrado como baja intensidad de señal en T1WI y alta intensidad de señal en T2WI.

Tipo 2	consiste en la infiltración grasa de las placas terminales, que se manifiesta como una alta intensidad de señal en T1WI y una baja intensidad de señal en las secuencias con supresión grasa
Tipo 3	El cambio es la esclerosis de las placas terminales, que se observa como una baja intensidad de señal en todas las secuencias de pulsos. Estos cambios en las placas terminales pueden progresar de un tipo al siguiente.

Los tipos 1 y 2 no son estrechamiento del espacio discal y osteofitos lumbares. Pueden formarse pequeños osteofitos como consecuencia de la inestabilidad del segmento de movimiento, estrecho y puede presentar una intensidad de señal baja, lineal o irregular radiográficamente visible, mientras que el tipo 3 aparece radiográficamente como una mayor densidad de la placa terminal y se denomina "esclerosis discogénica". (9)

Imágenes de la enfermedad del disco y Espondilosis degenerativa de la columna lumbar.

Clasificación de la espondiloartrosis

En la literatura se pueden identificar diferentes clasificaciones para describir la patología degenerativa lumbar:

1. Según Hallazgos a la RMN, los Cambios de Modic: Clasifican las alteraciones en la señal de las plataformas vertebrales adyacentes al disco degenerado, visibles en la RM. Son lesiones de la médula ósea asociadas al proceso degenerativo.
 - Tipo I: Hipointenso en T1, hiperintenso en T2/STIR. Representa edema medular, infiltración fibrovascular e inflamación. Asociado a procesos agudos y microfracturas. Puede evolucionar a Tipo II.
 - Tipo II: Hiperintenso en T1, iso o ligeramente hiperintenso en T2. Representa infiltración y recambio grasa en los platillos terminales. Asociado a procesos

crónicos y desmineralización del hueso esponjoso subcondral. Tiende a ser estable.

- Tipo III: Hipointenso en T1 y T2. Representa osteosclerosis (hueso denso sin médula) y remodelación del hueso subcondral. (10)
2. Clasificación según la cascada degenerativa (Kirkaldy-Willis): Describe las etapas evolutivas del proceso degenerativo del complejo articular vertebral (Disfunción, Inestabilidad, Estabilización).
 3. Clasificación de Spondylolisthesis (Meyerding): Se basa en el grado de deslizamiento anterior de una vértebra sobre la subyacente, generalmente medido en porcentaje. Aunque es una clasificación del deslizamiento en sí, es fundamental para caracterizar la espondilolistesis degenerativa. La espondilolistesis degenerativa rara vez supera el 30-50% de deslizamiento.
 4. Clasificación por Etiología del Dolor Lumbar: Como se mencionó en el apartado anterior, se distingue entre dolor lumbar inespecífico y dolor asociado a causas específicas, donde la degeneración es una categoría importante junto a traumáticas, congénitas, inflamatorias, infecciosas, tumorales, neurológicas, referidas y psicósomáticas. Las causas degenerativas específicas incluyen hernia discal, colapso discal y artrosis facetaria. La espondilolistesis (degenerativa) es listada como una causa específica.
 5. Patrones de Degeneración Discal/Vertebral: Se distinguen la Espondilosis Deformante y la Osteocondrosis Intervertebral por sus características radiológicas y estructuras afectadas.
 6. Clasificaciones específicas de Spondylolisthesis: Wiltse, Newman, y Macnab clasifican la espondilolistesis degenerativa como tipo III. Wiltse también clasifica la listesis por etiología.

Otros conceptos mencionados en el contexto de la patología inflamatoria (Espondilitis Anquilosante), que pueden superponerse o simular procesos degenerativos, incluyen las lesiones de Romanus (erosiones en platillos vertebrales), lesiones de Andersson (espondilodiscitis aséptica), sindesmófitos (puentes óseos entre cuerpos vertebrales), y la

configuración de "columna en caña de bambú" (fusión completa). Sin embargo, estas son características específicas de procesos inflamatorios como la Espondilitis Anquilosante. (11)

El rol de los estudios de imagen en la evaluación de la columna lumbar.

La evaluación diagnóstica de la patología de la columna vertebral sigue una ruta que siempre inicia con la información clínica. (12) Los estudios de imagen son un apoyo fundamental a esta información clínica, permitiendo definir posibilidades diagnósticas. La selección del método de imagen adecuado depende de la patología específica que se sospecha y de los elementos anatómicos que podrían estar involucrados. (13) Los estudios de imagen en pacientes con dolor lumbar sirven fundamentalmente para dos fines: para evaluar a los pacientes con signos de alarma o dolor radicular, y para planificar las técnicas quirúrgicas en aquellos pacientes candidatos a cirugía. (14)

Indicaciones clínicas, limitaciones y utilidad clínica de las técnicas de imagen.

Las pruebas de imagen más comunes de la columna vertebral son la radiografía simple, la tomografía computarizada (TC) y la resonancia magnética (RM). Otras pruebas como la mielografía o la discografía se indican generalmente antes de una intervención quirúrgica, aunque la mielografía ha sido casi completamente reemplazada por la TC y la RM. (15) Los estudios isotópicos (gammagrafía ósea) tienen la ventaja de visualizar todo el esqueleto y confirmar la presencia, distribución y actividad de lesiones. (16)

1. Radiografía Simple:

Utilidad y Rol:

Es el primer estudio a realizar en pacientes con dolor lumbar

Es la prueba de imagen más común debido a su bajo costo y fácil disponibilidad.

Las proyecciones antero-posterior (AP) y lateral son útiles en gran cantidad de estudios, a veces complementadas con oblicuas u otras proyecciones específicas. (17)

Permite visualizar signos de espondiloartrosis, así como también puede mostrar signos de inestabilidad vertebral, como la espondilolistesis.

Las radiografías dinámicas en flexión y extensión de la columna lumbar están indicadas cuando se sospecha inestabilidad.

En la radiografía, se debe buscar intencionadamente escoliosis, alteración en las curvaturas, forma de las vértebras, fracturas, listesis, espacios intervertebrales, disminución del foramen oval, presencia de osteofitos, diferencia en la altura de crestas ilíacas y alteración en tejidos blandos. (19)

En la evaluación inicial de los signos de alarma, la radiografía lumbosacra puede ser suficiente.

- Indicaciones Clínicas:

La indicación de radiografía se basa principalmente en la sospecha de enfermedad grave subyacente (signos de alarma). (20)

Las principales indicaciones son la sospecha de fractura vertebral, cáncer, espondilitis anquilosante o infección espinal.

Para la sospecha de fractura vertebral, los signos de alarma incluyen trauma significativo o menor en mayores de 50 años, osteoporosis, edad avanzada (especialmente >70 años), uso prolongado de corticosteroides, deformidad estructural, dolor nocturno y clínica compatible. (21)

Se sugiere considerar la realización de una radiografía en casos de lumbalgia con signos de alarma que ayuden a descartar procesos de gravedad. (22)

Está indicada para descartar infección espinal en pacientes con lumbalgia que presentan factores de riesgo (consumo de esteroides, drogas IV, inmunosupresión) o síntomas compatibles, a menudo complementada con análisis de sangre u otras pruebas de imagen. (23)

En casos de sospecha de fractura vertebral, osteoporótica o no, está indicada la realización de una radiografía. (24)

Puede ser necesaria para complementar la RM cuando se sospecha escoliosis o hiperlordosis lumbar leve, ya que la RM (realizada en decúbito dorsal) puede generar falsas impresiones sobre las curvaturas.

A veces, las radiografías simples o la TC son necesarias para complementar la RM para la visualización de lesiones sutiles como la lisis en la pars interarticularis.

A nivel torácico, las costillas impiden la adecuada visualización de las articulaciones facetarias en proyecciones convencionales. (25)

En las radiografías de la columna lumbar se pueden visualizar signos característicos de espondiloartrosis y cambios degenerativos:

- Osteofitos: Se observan osteofitos marginales. En la espondilosis deformante, se manifiestan como osteofitos anterolaterales simétricos. Es importante diferenciar los osteofitos de los sindesmófitos; los osteofitos tienden a ser más voluminosos y formar un ángulo mayor de 45° con respecto al borde anterior del cuerpo vertebral, mientras que los sindesmófitos son más finos y forman un ángulo menor de 45° . Los osteofitos pueden contribuir al estrechamiento de los agujeros neurales, ver figura 3

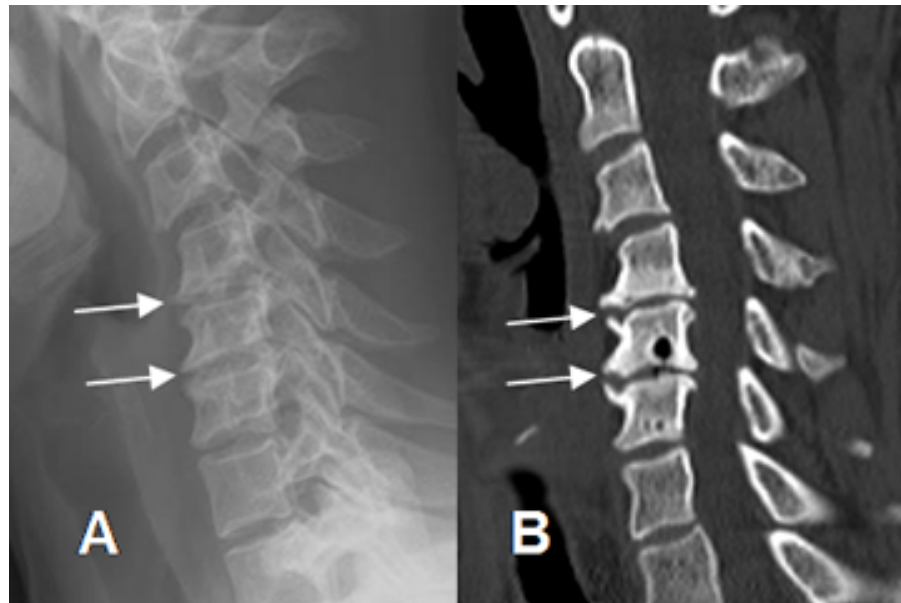


Figura 3. Parámetro osteofito en A. Rayos X y B. por RMN

- Esclerosis: Puede haber esclerosis de los platillos vertebrales. En la osteocondrosis intervertebral, se puede observar esclerosis de la plataforma vertebral y el hueso subcondral. La enfermedad articular degenerativa facetaria incluye esclerosis subcondral como parte de sus características, ver figura 4
- Disminución del espacio intervertebral: Es un hallazgo común el pinzamiento o disminución de la altura del espacio discal. En la espondilosis deformante, puede haber preservación o disminución leve del espacio intervertebral, mientras que en la osteocondrosis intervertebral suele haber disminución, ver figura 4.

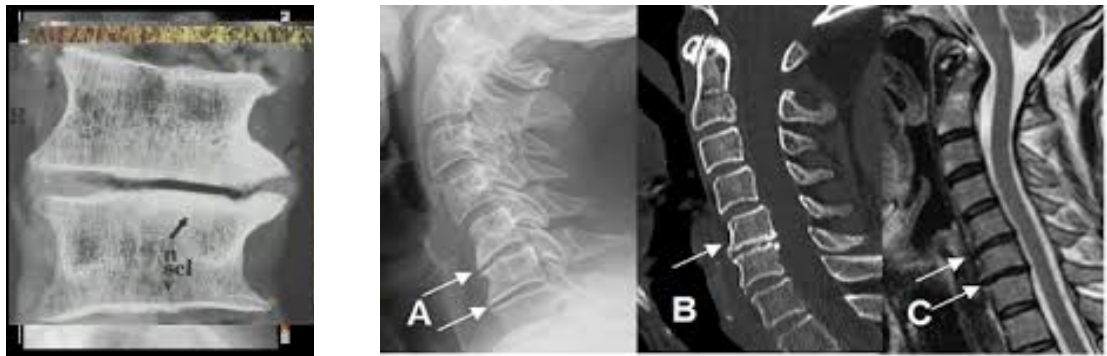


Figura 4. Esclerosis de platillos vertebrales por radiografía y disminución del espacio intervertebral

- Degeneración Facetaria: Los cambios degenerativos en las articulaciones facetarias, también conocidos como artrosis facetaria, pueden observarse en las radiografías, ver figura 5.

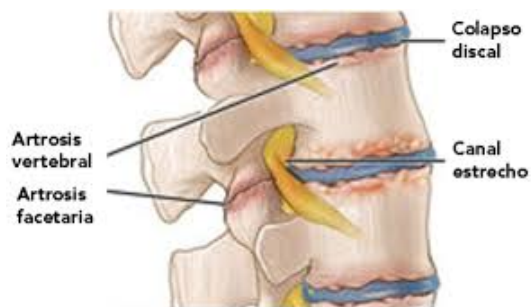


Figura 5. Degeneración facetaria, imagen por dibujo

- Signos de inestabilidad vertebral: Las radiografías pueden mostrar signos de inestabilidad como la espondilolistesis, que es el deslizamiento de una vértebra sobre la subyacente. La espondilolistesis degenerativa se debe a la degeneración discal y facetaria, lo que lleva al deslizamiento anterior sin lisis ístmica. En la proyección lateral, un desplazamiento anterior mayor del 50% del tamaño del cuerpo vertebral puede indicar luxación facetaria bilateral. La gravedad de la espondilolistesis se clasifica utilizando la escala de Meyerding, que se aplica a las radiografías laterales. (26, 30)

Otros hallazgos: Fenómeno de vacío intradiscal, acuñaientos o separación del margen anteroinferior del cuerpo vertebral, cambios en la densidad ósea como la osteopenia en la osteoporosis, patrones de compresión vertebral (acuñada, por aplastamiento, bicóncava) en fracturas osteoporóticas, nódulos de Schmorl (desplazamiento discal intraóseo), fracturas, y alteraciones en las curvaturas fisiológicas como escoliosis. (31)

Las ventajas de la radiografía simple incluyen que es un estudio de primera línea para evaluar el dolor lumbar y que las radiografías con el paciente de pie permiten evaluar la alineación bajo carga. (32)

Sin embargo, los rayos X tienen limitaciones:

- Pueden tener baja sensibilidad para descartar patologías graves como neoplasias o infecciones en pacientes con alta sospecha clínica.
- Presenta baja especificidad.
- Principalmente muestran estructuras óseas y pueden infraestimar la estenosis del canal espinal o de los forámenes neurales causada por tejidos blandos como las hernias discales, la hipertrofia del ligamento amarillo o el engrosamiento sinovial.
- Los hallazgos radiográficos de degeneración no siempre se correlacionan con la severidad de los síntomas clínicos.

- En ciertas condiciones inflamatorias como la espondilitis anquilosante, los cambios radiográficos pueden tardar al menos 5 años en aparecer, mientras que la resonancia magnética puede detectarlos más tempranamente.
- No se recomienda solicitar estudios radiológicos de rutina en pacientes con lumbalgia inespecífica sin signos de alarma. (32)
- La realización de una radiografía lumbosacra no mejora los resultados clínicos en pacientes con lumbalgia inespecífica sin signos de alarma y conlleva una exposición innecesaria a radiación. (23)
- Conlleva exposición a radiaciones ionizantes, que no son inocuas, especialmente cuando se realizan proyecciones oblicuas o de forma repetida. Una radiografía lumbosacra convencional equivale a 15 radiografías de tórax, lo cual es preocupante en mujeres jóvenes.
- Identifican muchas anomalías que no están relacionadas con problemas de espalda y que también aparecen en personas sin lumbalgia, lo que puede llevar a pruebas o procedimientos innecesarios.
- Los hallazgos radiológicos de espondilitis anquilosante pueden tardar al menos 5 años en aparecer una vez manifestados los primeros síntomas, lo que limita su utilidad para el diagnóstico temprano de la enfermedad inflamatoria.

2. **Resonancia Magnética:**

Utilidad y Rol:

Es el método de imagen de elección para el estudio de la columna vertebral en general.

Ofrece un gran detalle anatómico.

Es el método de elección para la evaluación inicial de un estado inflamatorio sin localización clínica precisa.

Ofrece la ventaja de estudiar una región o toda la columna vertebral de forma multiplanar, evaluando los diversos elementos anatómicos.

El uso de medio de contraste (Gadolinio) suele ser necesario para optimizar la especificidad diagnóstica, especialmente en casos de infección, o para evaluar tejido necrótico, extensión de masa de partes blandas y realce discal.

Es muy útil para visualizar las masas de partes blandas, la estadificación de tumores y la patología discal. (23)

Es muy sensible a los cambios de composición de la médula ósea (osteomielitis, metástasis, mieloma, leucemia, linfoma).

Tiene excelente visualización de tejidos blandos ligamentosos y médula espinal.

Evalúa el grado de estenosis vertebral en mayor medida que la TC, ya que puede demostrar la degeneración discal, herniación, hipertrofia del ligamento amarillo y de las facetas articulares, y el estrechamiento de las raíces nerviosas.

Es muy sensible a los cambios degenerativos en general.

Permite identificar los cambios degenerativos tipo Modic en las plataformas vertebrales, asociados al proceso degenerativo discal.

Permite una evaluación detallada del cordón espinal, el cono medular y las raíces de la cauda equina.

Es fundamental para descartar complicaciones neurológicas irreversibles, como la mielopatía, en casos de trauma.

Permite evaluar rutinariamente las articulaciones sacroilíacas y descartar cambios degenerativos u otras alteraciones. (26)

Se utilizan protocolos específicos para espondiloartropatías, incluyendo secuencias T1 TSE y STIR, a veces con Gadolinio y saturación grasa para una mejor evaluación.

- Indicaciones Clínicas:

Es el método de imagen de elección para el estudio de la columna vertebral.

Indicada en casos de sospecha de patología grave como cáncer o infección, cuando la radiografía es negativa pero la sospecha clínica es alta.

Recomendada para la evaluación inicial de un estado inflamatorio sin localización clínica precisa.

Es el método de elección para la sospecha de infección después de una cirugía espinal (con Gadolinio). (27)

Indicada ante la sospecha de lesión medular traumática o lesión ligamentosa.

Adecuada en pacientes con dolor lumbar irradiado o síntomas neurológicos (evaluación de sensibilidad, fuerza y reflejos).

La guía sobre lumbalgia aguda y crónica menciona que en personas sin signos de alarma, sustituir la radiografía por la RM no mejora los resultados respecto a discapacidad, dolor y utilización de recursos, lo que sugiere que la RM rutinaria tampoco está indicada sin señales de alarma.

Para la evaluación de la estenosis espinal, especialmente la causada por tejidos blandos. (28)

Cuando se identifican signos de alarma que justifican estudios de imagen.

- Limitaciones:

Mayor costo económico que la radiografía simple.

Requiere un elevado tiempo de exploración.

Es incompatible con aparatos metálicos (implantes, marcapasos, etc.).

No es tan precisa como la TC en la visualización de calcificaciones ni en la valoración de la destrucción cortical.

La posición del paciente (en decúbito supino) durante el estudio puede generar falsas impresiones diagnósticas en las curvaturas fisiológicas y patológicas (lordosis, escoliosis), a veces requiriendo complemento con radiografías en bipedestación.

Las mediciones para diagnosticar estenosis pueden variar según el morfotipo y la etnia del paciente; las clasificaciones cualitativas de la estenosis (basadas en la morfología del saco dural) se consideran más precisas y prácticas.

Al igual que las radiografías, la RM puede identificar anomalías (como los cambios Modic) cuya significancia clínica y correlación con el dolor aún se están estudiando.

Secuencias básicas (T1, T2, STIR, etc.)

- Secuencias potenciadas en T1: Son útiles para visualizar la anatomía y los cambios en la médula ósea. Por ejemplo, el recambio graso (Modic tipo II) se ve

hiperintenso en T1. Las lesiones de Modic tipo I (edema) y tipo III (esclerosis) se ven hipointensas en T1. El realce con contraste (Gadolinio) en T1 es crucial para evaluar procesos inflamatorios o neoplásicos.

- Secuencias potenciadas en T2: Permiten evaluar el contenido de agua. El disco intervertebral normal, con su alto contenido de líquido en el núcleo pulposo, presenta una intensidad de señal alta en T2. La degeneración discal se manifiesta como una disminución de la altura y una pérdida de la intensidad de señal normal-alta en T2 (deshidratación). El edema óseo (Modic tipo I) se ve hiperintenso en T2. Las lesiones de Modic tipo II se ven iso o ligeramente hiperintensas en T2, y las de Modic tipo III se ven hipointensas. También son útiles para visualizar el líquido cefalorraquídeo (LCR), lo que ayuda a evaluar la estenosis. La hipertrofia del ligamento amarillo y las articulaciones facetarias degeneradas se aprecian bien en T2 axial. La morfología de las raíces de la cauda equina se visualiza en T2. (34)
- Secuencias STIR (Short Tau Inversion Recovery) o T2 con saturación grasa: Son muy sensibles al edema y la inflamación. Son útiles para evaluar el edema óseo (Modic tipo I), el derrame en las articulaciones facetarias si hay sinovitis, y las lesiones de Romanus activas en la espondilitis anquilosante.(35) Los ligamentos longitudinales y supraespinoso/interespinoso se ven mejor en sagital en secuencias STIR o T2 con saturación grasa. (36)
- Secuencias T2* GRE: Pueden proporcionar una mejor definición de los osteofitos.
- Medio de contraste (Gadolinio): Usualmente necesario para optimizar la especificidad diagnóstica en casos de infección. Se utiliza para visualizar el realce patológico asociado a inflamación (edema óseo activo, lesiones de Andersson/Romanus), tumores, abscesos, o aracnoiditis.(34)

Hallazgos clave en la espondiloartrosis lumbar evaluados por RM:

La RM permite evaluar detalladamente los tres principales complejos patológicos de la enfermedad lumbar degenerativa, así como otras alteraciones:

1. *Osteocondrosis intervertebral (Degeneración del disco):*

Disminución de la altura del espacio discal.

Pérdida de la intensidad de señal normal-alta del disco en T2 (deshidratación, fibrosis).

Desgarros anulares: Hiperintensidades en secuencias T2, especialmente en la región posterior del disco.

Fenómeno de vacío intradiscal: Áreas de baja señal.

Nódulos de Schmorl: Herniaciones intraóseas del núcleo pulposo a través de los platillos vertebrales.

Osteofitos marginales: Prominencias óseas. (Aunque mejor vistos en TC o Rx).

2. Enfermedad articular degenerativa facetaria (Artrosis facetaria):

Estrechamiento del espacio articular.

Adelgazamiento del cartílago articular.

Engrosamiento sinovial variable.

Proliferación de osteofitos que pueden estrechar los agujeros neurales.

Esclerosis subcondral.

Derrame articular en T2/STIR si hay sinovitis.

La hipertrofia de las articulaciones facetarias contribuye significativamente a la estenosis del canal espinal.

3. Cambios Modic de los platillos vertebrales:

Alteraciones en la intensidad de señal de los platillos vertebrales y cuerpos adyacentes asociados a la degeneración discal.

Clasificados en tres tipos según su apariencia en T1 y T2:

Tipo I: Hipointenso en T1, Hiperintenso en T2/STIR. Representa degeneración aguda, microfracturas, inflamación y edema.

Tipo II: Hiperintenso en T1, Iso/ligeramente hiperintenso en T2. Representa degeneración crónica con infiltración grasa de los platillos terminales y desmineralización.

Tipo III: Hipointenso en T1, Hipointenso en T2. Representa degeneración crónica con esclerosis ósea y remodelación.

Los cambios Modic son lesiones de la médula ósea visibles en la RM. Se encuentran combinaciones de tipos. Existe una asociación significativa entre los cambios Modic y la

historia de dolor lumbar bajo, aunque la correlación con el grado de dolor necesita más estudio. (37)

Otros hallazgos importantes visibles en RM:

- Hipertrofia del ligamento amarillo: A menudo coexiste con la degeneración facetaria y contribuye al estrechamiento del canal espinal.
- Herniación discal (Protrusión/Extrusión): Desplazamiento del núcleo pulposo que puede comprimir estructuras neurales. La RM es clave para visualizar la relación de la hernia con el saco dural y las raíces nerviosas. (38)
- Estenosis del canal espinal: Reducción del espacio para los elementos neurales y vasculares, que puede ser central, de receso lateral o foraminal. Es a menudo multifactorial (disco, osteofitos, facetas, ligamento amarillo). La RM permite evaluar el grado de estenosis y su causa. La estenosis severa o extrema se correlaciona con síntomas neurológicos. La RM también puede mostrar cambios morfológicos en la cauda equina afectada. (39)
- Espondilolistesis degenerativa: Deslizamiento anterior de una vértebra sobre otra debido a la degeneración discal y facetaria, sin defecto ístmico. A menudo asociada a estenosis del canal. La RM sagital la muestra claramente.
- Espondilolisis: Defecto en la pars interarticularis. Aunque la TC es mejor para su diagnóstico, la RM puede mostrarla, y es necesaria para evaluar las partes blandas asociadas.
- Edema óseo (no Modic I): Visible en procesos agudos como fracturas por aplastamiento o infecciones (espondilodiscitis).
- Infección (Espondilodiscitis, abscesos): La RM es el método de elección para evaluar infecciones vertebrales, mostrando edema óseo, alteración de la señal discal y realce con contraste. Permite ver abscesos asociados.
- Tumores (Metástasis): La RM puede identificar lesiones osteolíticas y otras alteraciones neoplásicas.

- Lesiones inflamatorias específicas: Como las lesiones de Romanus (osteítis marginal) y Andersson (espondilodiscitis aséptica) en la espondilitis anquilosante, mejor detectadas por RM en etapas tempranas. La RM también puede mostrar entesitis de ligamentos espinales. (40)

3. Tomografía Computarizada:

- Utilidad y Rol:

Muy útil en trauma vertebromedular, como parte de la evaluación inicial, especialmente en la evolución aguda o en pacientes comatosos.

Tiene excelente visualización ósea.

Permite reconstrucciones multiplanares (MPR) y 3D.

Útil en tumores para valorar la extensión, visualizar partes blandas y precisar si la cortical se ha roto. (23)

Mejor que la RM para visualizar calcificaciones y valorar la destrucción cortical.

Puede ser considerada secundariamente como método diagnóstico en infecciones cuando la RM no está disponible o no es concluyente, ya que la información ósea suele ser óptima con la TC simple.

El empleo de medio de contraste iónico o no iónico puede ser muy útil en el seguimiento de estados infecciosos que afecten cuerpos vertebrales y discos intervertebrales, como la espondilitis o espondilodiscitis.

A veces es necesaria para complementar la RM para la visualización de lesiones sutiles como la lisis en la pars interarticularis. (29)

- Indicaciones Clínicas:

Evaluación inicial de trauma vertebromedular, especialmente agudo.

Indicada ante la sospecha de fractura vertebral.

Complementando la RM para la visualización de lesiones sutiles como la lisis en la pars interarticularis.

Con medio de contraste, o como método de elección (RM), para la sospecha de infección después de una cirugía espinal.

En pacientes con dolor lumbar irradiado o síntomas neurológicos (aunque RM suele ser preferida).

Indicada para la evaluación de la estenosis espinal.

Parte del algoritmo diagnóstico en traumatismo cervical si el estudio radiográfico inicial es anormal. (25)

- Limitaciones:

Conlleva exposición a radiaciones ionizantes.

Infraestima la estenosis causada por tejidos blandos en comparación con la RM.

Suele ser considerada secundariamente a la RM en la evaluación inicial de procesos inflamatorios.

Comparación entre los hallazgos por Resonancia magnética en espondiloartrosis lumbar y por Radiografía simple

Mientras que la radiografía es a menudo el primer paso, la Resonancia Magnética es considerada el método de elección para el estudio de la columna vertebral, siendo altamente sensible a la identificación de los cambios degenerativos en los discos, las articulaciones facetarias, la hipertrofia de ligamentos, la hernia discal y, crucialmente, el grado real de estenosis del canal espinal causada por tejidos blandos. La radiografía simple infraestima la estenosis. También es el método de elección para la evaluación inicial de estados inflamatorios sin localización clínica precisa, permitiendo estudiar una región o toda la columna vertebral de forma multiplanar y evaluar diversos elementos anatómicos. (30)

Al compararla con la radiografía, la RM es significativamente más sensible para detectar cambios degenerativos

La RM puede detectar signos tempranos de inflamación (edema óseo, osteítis) asociados a la degeneración o a espondiloartropatías que no son visibles en la radiografía.

La radiografía es superior para detectar sindesmófitos maduros en la espondilitis anquilosante, mientras que la RM es mejor para detectar la inflamación activa previa a su formación (lesiones de Romanus activas).

La radiografía es útil para evaluar la alineación bajo carga (bipedestación) [previa consulta] y la inestabilidad dinámica (radiografías dinámicas). La RM típicamente se realiza acostado, aunque existen técnicas de RM con carga axial.

La radiografía tiene baja sensibilidad para descartar patologías graves como neoplasias o infecciones en pacientes con alta sospecha clínica [previa consulta], donde la RM es el método de elección.

Concordancia entre hallazgos estructurales

Si bien la radiografía puede mostrar signos de degeneración ósea y articular (osteofitos, esclerosis, pinzamiento discal, degeneración facetaria), la RM es significativamente más sensible para detectar la mayoría de los cambios degenerativos, especialmente aquellos que involucran tejidos blandos y cambios en la médula ósea.

La radiografía infraestima la estenosis causada por tejidos blandos, un hallazgo que la RM evalúa de manera superior al permitir visualizar el saco dural, el LCR y las raíces nerviosas.

Los cambios Modic, que son alteraciones de la médula ósea asociadas a la degeneración discal, son visibles en la RM y no en la radiografía simple. Estudios han encontrado una asociación significativa entre los cambios Modic y la historia de dolor lumbar bajo. (41)

En el caso de la espondiloartritis anquilosante, la radiografía tarda al menos 5 años en mostrar alteraciones como la cuadratura vertebral o los sindesmófitos maduros. La RM permite una visión mucho más temprana y acuciosa de las lesiones inflamatorias activas, como la espondilitis anterior florida (lesión de Romanus activa) o la espondilodiscitis aséptica (lesión de Andersson), que pueden verse hiperintensas en secuencias STIR con realce en T1 post-contraste. (42)

Implicaciones clínicas de la divergencia imagenológica

La principal implicación clínica de la divergencia y de la alta prevalencia de hallazgos degenerativos en población asintomática es que no se recomienda la realización rutinaria

de radiografías ni otras pruebas de imagen (TC, RM) en pacientes con lumbalgia aguda inespecífica sin signos de alarma. El uso de la radiografía en estos casos no mejora los resultados clínicos, conlleva exposición innecesaria a radiación y aumenta los costos. (43) La ausencia de hallazgos en la radiografía puede requerir la realización de otras pruebas de imagen (como la RM) si la sospecha de enfermedad orgánica grave es alta. La radiografía tiene baja sensibilidad para descartar neoplasia o infección.

La divergencia subraya la importancia del juicio clínico. Las fórmulas basadas en signos de alarma o los hallazgos imagenológicos por sí solos no sustituyen la experiencia y el criterio del profesional.

Si la comparamos con la tomografía computarizada, la RM es superior para evaluar los tejidos blandos (discos, ligamentos, médula espinal, raíces nerviosas) y, por lo tanto, el grado de estenosis causado por la hernia discal o la hipertrofia de ligamentos/facetos. La TC puede infraestimar esta estenosis de tejidos blandos.

La RM permite visualizar el LCR y la morfología de la cauda equina, lo que la TC no hace de forma fiable. (40).

A la fecha, no existen estudios suficientemente claros que comparen de manera sistemática los hallazgos radiográficos y por resonancia magnética en la columna lumbar en el contexto de espondiloartrosis. La mayoría de la literatura disponible se ha centrado en otras regiones anatómicas, como las articulaciones sacroilíacas. Un estudio multicéntrico de la Assessment of SpondyloArthritis International Society (ASAS) evaluó la concordancia entre radiografía convencional y resonancia magnética en pacientes con espondiloartritis axial, encontrando únicamente una concordancia modesta ($\kappa = 0.39$) en la detección de cambios estructurales, siendo las erosiones el hallazgo con mejor correlación entre ambas modalidades. Estos resultados sugieren que la resonancia puede aportar información complementaria a la radiografía, pero también ponen de manifiesto la necesidad de estudios específicos en columna lumbar, donde la evidencia es todavía limitada (50).

Importancia del diagnóstico por imagen en la toma de decisiones clínicas

Soporte a la información clínica: La evaluación de los procesos inflamatorios o degenerativos de la columna vertebral sigue una ruta que inicia con la información clínica, apoyada en la selección del método de imagen diagnóstica, la calidad de las imágenes y la experiencia del evaluador. La integración de la presunción clínica orienta sobre qué elementos anatómicos considerar en el estudio imagenológico.

A pesar de la importancia de los estudios de imagen, un diagnóstico erróneo basado únicamente en hallazgos imagenológicos que no se correlacionan adecuadamente con la clínica (por ejemplo, atribuir el dolor a una hernia discal incidental cuando la causa real es artrosis facetaria) puede llevar a tratamientos inadecuados que no resuelven el cuadro clínico.

Detección de condiciones graves: La imagen es fundamental cuando se sospechan causas graves subyacentes como infección, tumores, fracturas o lesiones neurológicas significativas. La RM es clave para descartar lesión medular o ligamentosa en trauma y para evaluar la actividad inflamatoria en espondiloartropatías. (45)

Evaluación detallada no clínica: La imagen permite visualizar cambios que no siempre tienen una manifestación clínica clara, como los cambios Modic en la RM o la estenosis del canal causado por tejidos blandos, que la radiografía infraestima. Sin embargo, es crucial que estos hallazgos se correlacionen con la clínica. (46)

Impacto en el manejo terapéutico: conservador vs. quirúrgico:

Orientación del tratamiento: Las pruebas de imagen pueden reducir el tiempo necesario para tomar decisiones sobre tratamiento médico o quirúrgico. Permiten definir la severidad del trauma en estructuras óseas y ligamentosas, justificando el grado de incapacidad y las características del daño neurológico, lo cual guía la elección terapéutica.

Criterios para cirugía: La imagen es esencial para la planificación de técnicas quirúrgicas. Por ejemplo, en la estenosis de canal lumbar, la cirugía está indicada en pacientes con fracaso del tratamiento conservador y que presentan dolor incontrolable, alteración de la

calidad de vida o capacidad funcional disminuida. Las imágenes (RM, TC) evalúan el grado y las causas de la estenosis (hernia discal, osteofitos, artrosis facetaria, hipertrofia ligamentaria), y las clasificaciones cualitativas en la RM basadas en la relación LCR/raíces nerviosas se correlacionan con síntomas neurológicos severos/extremos, apoyando la decisión quirúrgica. (47)

Evaluación de inestabilidad: Las radiografías dinámicas o la TC y RM son útiles para identificar signos de inestabilidad (espondilolistesis > 4.5 mm o $> 15\%$, escoliosis $> 20^\circ$).

La fusión lumbar instrumentada con tornillos pediculares, visualizada en imagen, es una técnica para estabilizar y limitar la progresión de la listesis y mejorar resultados clínicos.

Valoración de abordajes quirúrgicos: La imagen preoperatoria es crucial para planificar el abordaje quirúrgico, por ejemplo, considerando la lordosis segmentaria o global. La imagen postoperatoria (radiografía o TC) verifica la correcta colocación de implantes.

Tratamiento de patologías específicas: La RM es clave para el diagnóstico temprano de infecciones (espondilitis, espondilodiscitis), que requieren una rápida definición diagnóstica para un tratamiento terapéutico adecuado. La RM también es necesaria para descartar complicaciones neurológicas irreversibles asociadas a fracturas en columna anquilosada.

Riesgos de sobreinterpretación o sobrediagnóstico:

Hallazgos incidentales en asintomáticos: Las pruebas de imagen identifican muchas anomalías (incluida la degeneración discal) que no están relacionadas con los problemas de espalda, ya que aparecen tanto en personas con lumbalgia como sin ella.

Uso rutinario no justificado: La evidencia disponible indica que en pacientes con lumbalgia aguda inespecífica sin signos de alarma, no está justificada la realización rutinaria de radiografías u otras pruebas de imagen (TC, RM). El uso de la radiografía en estos casos no mejora los resultados clínicos. (48)

Consecuencias negativas del uso inapropiado:

Exposición a radiación innecesaria: Las radiografías y la TC conllevan exposición a radiaciones ionizantes, especialmente preocupante en mujeres jóvenes o con estudios repetidos.

Incremento de costos y listas de espera: El uso innecesario de imagen aumenta los gastos y el costo de oportunidad al no ofrecer la prueba a pacientes que sí se beneficiarían.

Over-treatment: Descubrir patologías incidentales puede llevar a la realización de pruebas adicionales confirmatorias y/o tratamientos innecesarios.

Diagnóstico y tratamiento inadecuados: Un diagnóstico erróneo basado solo en hallazgos imagenológicos sin correlación clínica (ej. atribuir el dolor a una hernia discal incidental cuando es artrosis facetaria) puede llevar a cirugía que no resuelve el cuadro clínico.

Etiquetado del paciente: La imagen puede llevar a "etiquetar" al paciente con un diagnóstico anatómico que no es la causa real de los síntomas, lo cual puede ser perjudicial.

Factores que contribuyen a la sobreutilización: La escasa adherencia a las guías de práctica clínica se debe, entre otros, a preocupaciones médico-legales, preferencias del paciente (que creen que la radiografía es necesaria), presiones de tiempo, e incentivos económicos. El temor a un litigio lleva a la práctica de la medicina defensiva.

Limitada correlación de mediciones: No existe una correlación bien establecida entre las dimensiones radiológicas del canal lumbar y los síntomas. Esto resalta el riesgo de sobreinterpretar mediciones sin contexto clínico.

Importancia del juicio clínico: La aplicación de fórmulas o listados de signos de alarma no sustituye al juicio clínico. Confiar en la experiencia del profesional y su criterio es importante, ya que son más discriminatorios que la aplicación de reglas rígidas. La decisión de realizar una radiografía es un balance entre la evidencia y el juicio clínico (49)

En vista de la alta frecuencia de pacientes que consultan con espondiloartrosis en los niveles de atención donde no cuentan con resonancia magnética, decidimos hacer el presente estudio con el objetivo primario de

Conocer la concordancia entre la radiografía simple y la Resonancia Magnética de 4 parámetros diagnóstico para espondiloartrosis de columna lumbar.

Y como objetivos secundarios

1. Identificar los parámetros radiográficos y por resonancia magnética más frecuentes para diagnóstico de la espondiloartrosis lumbar.

2. Conocer la exactitud diagnóstica de la radiografía simple como herramienta diagnóstica en la evaluación de la espondiloartrosis lumbar,

Materiales y métodos.

Tipo de diseño

Se utilizó un diseño de tipo descriptivo transversal de concordancia entre instrumentos, reportes de radiografías simples y su respectivo reporte de Resonancia magnética, utilizando fuentes documentales. Se identificaron 4 parámetros diagnósticos para comparar.

Población de estudio

Población diana: Paciente con espondiloartrosis lumbar

Población de estudio: Pacientes con espondiloartrosis lumbar atendidos en el Hospital Nacional Rosales

Muestra: Pacientes atendidos en el servicio de Radiología del Hospital Nacional Rosales con espondiloartrosis lumbar en el periodo comprendido entre noviembre de 2022 y diciembre de 2024

Criterios de inclusión y exclusión.

INCLUSIÓN	EXCLUSIÓN
Pacientes atendidos dolor lumbar en el Hospital Nacional Rosales entre noviembre de 2022 a diciembre de 2024.	Pacientes con estudios incompletos (que sólo cuenten con una de las dos modalidades: radiografía o resonancia magnética).
Pacientes entre 40 y 70 años.	Pacientes con antecedentes quirúrgicos de columna lumbar previos al estudio por imagen.

Pacientes con diagnóstico clínico de lumbalgia crónica.	Pacientes con diagnóstico de lumbalgia por secuelas de otros eventos primarios (traumático, infeccioso, tumoral o inflamatorio confirmado).
Pacientes que cuenten con estudios imagenológicos completos de columna lumbar: radiografía simple y resonancia magnética realizadas posterior al diagnóstico clínico de lumbalgia.	

Método de muestreo

Con base en los registros hospitalarios, se identificó una población accesible de 476 pacientes que presentan ambas modalidades de imagen en un mismo periodo de consulta, por lo que se decidió hacer cálculo del tamaño de muestra y muestreo. La inclusión de los casos se realizó mediante muestreo probabilístico sistemático tomando la constante k de casos consecutivos, siendo el dato de 3.4, decidimos iniciar en el caso 1 de la lista e incluir cada tercer sujeto, de aquellos casos cuyos estudios radiológicos estén completos, disponibles en el sistema PACS, y cumplan con los criterios de inclusión definidos para este estudio. Si al finalizar la lista no se obtuvo el tamaño de muestra, se iniciará de nuevo con el segundo paciente hasta completar el tamaño de muestra.

Cálculo del tamaño de muestra

Utilizando el software estadístico Sample Size Calculator en github, URL: <https://wnarifin.github.io/ssc/sskappa.html>, para concordancia Kappa Cohen de dos evaluadores. Se estableció:

- a. Esperar encontrar un Kappa de 0.8, con una precisión de 0.1 y una proporción de la enfermedad del 50%, y nivel de confianza del 95%
- b. Contraste de hipótesis donde $Kappa = Kappa_0$, trabajando con un alfa del 95%, un valor beta del 20%,

la muestra se calculó entre 126 a 139 sujetos a incluir por lo que se decide tomar 135 sujetos.

Ver captura de pantalla del cálculo de muestra

Kappa (2 raters) - Hypothesis Testing¹

Minimum acceptable kappa (κ_0):	<input type="text" value="0.6"/>	
Expected kappa (κ_1):	<input type="text" value="0.8"/>	
Proportion of outcome (p), e.g. p of heart disease:	<input type="text" value="0.5"/>	
Significance level (α):	<input type="text" value="0.05"/>	Two-tailed
Power (1 - β):	<input type="text" value="80"/>	%
Expected dropout rate:	<input type="text" value="0"/>	%
<input type="button" value="Calculate"/> <input type="button" value="Restablecer"/>		
Sample size, n =	<input type="text" value="126"/>	
Sample size (with 0% dropout), n_{drop} =	<input type="text" value="126"/>	

Kappa (2 raters) - Estimation²

Expected kappa (κ):	<input type="text" value="0.8"/>	
Precision (\pm expected):	<input type="text" value="0.1"/>	
Proportion of outcome (p), e.g. p of heart disease:	<input type="text" value="0.5"/>	
Confidence level 100(1 - α):	<input type="text" value="95"/>	%
Expected drop-out rate:	<input type="text" value="0"/>	%
<input type="button" value="Calculate"/> <input type="button" value="Restablecer"/>		
Sample size, n =	<input type="text" value="139"/>	
Sample size (with 10% drop-out), n_{drop} =	<input type="text" value="139"/>	

Figura . Captura de pantalla del tamaño de muestra.

Método de recolección de datos

Se llevo a cabo por medio de la información recolectada mediante la revisión del reporte radiológico y el análisis por radiólogo ciego, de las imágenes almacenadas en el sistema PACS SYNAPSE de radiología de los estudios ya sea radiografía convencional o resonancia magnética que no cuenten con reporte. Por cada paciente se llenará un formulario de recolección de datos que incluirá variables demográficas básicos (edad, sexo) y hallazgos radiológicos previamente estipulados a partir de los cambios Modic en radiografía y resonancia magnética de columna.

Variables

Variable	Definición	Medición	Interpretación
Numero correlativo	Identificador consecutivo asignado a cada paciente dentro del estudio.	Numero secuencial a cada paciente dentro del estudio.	Numero secuencial a cada registro en el instrumento de recolección de datos.
Número de expediente	Identificador único del paciente en los registros del Hospital Nacional Rosales.	Numero de expediente de cada paciente incluido en el estudio.	Numerico segun expediente hospitalario.
Sexo	Característica fenotípica del ser humano que lo diferencia en sexo masculino o femenino, registrada en el expediente clínico	Masculino Femenino	Variable Categorical
Edad	Tiempo transcurrido desde el nacimiento hasta el momento de realización de los estudios de imagen.	Años en números enteros	Variable cuantitativa discreta. Se tomara el número exacto de la edad en años
Tiempo de evolución del dolor	Inicio de la sintomatología actual	Menos de 1 año, mayor de 1 año.	Variable categorica dicotomica

Tipo de estudio	Modalidad de imagen empleada para la evaluación radiológica.	Rayos X RMN	Variable categórica
Disminución del espacio intervertebral	Reducción observable en la altura del disco intervertebral respecto al nivel adyacente, evaluada tanto en radiografía como en resonancia magnética	Presente Ausente	Variable categórica dicotómica
Hipertrofia facetaria	Aumento del tamaño y engrosamiento de las articulaciones interfacetarias de la columna lumbar, visible como aumento del volumen articular en RX o como deformidad e hipertrofia capsular en RM.	Presente Ausente	Variable categorica dicotomica
Osteofitos	Prolongaciones óseas visibles en los márgenes de los cuerpos vertebrales, observables tanto en radiografía como en resonancia magnética	Presente Ausente	Variable categórica dicotómica

Esclerosis de platillos vertebrales	Incremento de la densidad ósea en los extremos vertebrales, identificable como áreas hiperdensas en RX o hipointensas en T1/T2 en RM	Presente Ausente	Variable categórica dicotómica
--	--	---------------------	--------------------------------

Entrada y gestión informática de los datos

Los datos fueron recolectados a partir de los registros disponibles en el sistema informático institucional (SIS) y los archivos radiológicos del Hospital Nacional Rosales. El formulario de recolección de datos se validó en una tabla de excel, la cual se utilizó de base para ser analizada en el software estadístico JAMOV 2.3.28.

Análisis estadístico

La estadística utilizada es de tipo descriptiva:

- a. Descripción de la población: las variables cuantitativas se resumen en medidas de tendencia central (como la media y la mediana) dependiendo de la normalidad de los datos evaluados por el test Shapiro Wilk con su respectiva dispersión, y las variables categóricas se resumen en frecuencias y porcentajes.
- b. De concordancia para variables categóricas utilizando el coeficiente de Kappa Cohen, para cada uno de los parámetros diagnósticos de espondiloartrosis:
 - Identificación o no de disminución del espacio intervertebral
 - Identificación o no degeneración/hipertrofia facetaria
 - Identificación o no de osteofitos
 - Identificación o no de esclerosis de las vertebrales

Los datos han sido ingresados y gestionados en hojas de cálculo de Microsoft Excel, fueron transferidas a la plataforma JAMOVI 2.3.28 de la coordinación de investigación-UDP-HNR con el Módulo Meddecide, en la sección de Acuerdo (Agreement) en confiabilidad entre evaluadores.

El índice Kappa Cohen se interpreta de la siguiente manera

Valor de coeficiente Kappa Cohen	Interpretación
>0.8	Casi perfecto
>0.6	Sustancial
>0.4	Moderado
>0.2	Regular
0-0.2	Ligero
< 0	Deficiente

El proceso estadístico también genera el valor de p para la aceptación o rechazo de la hipótesis nula del estudio, y el valor del acuerdo en porcentaje.

Resultados

Se incluyo un total de 135 imágenes de rayos X con su correspondiente RMN de individuos que habían sido referidos al servicio de radiología con diagnóstico de espondiloartrosis.

Características de la población.

Sus características demográficas fueron:

Sexo: Femenino = 106 (78.5%)

Masculino= 29 (21.5%)

Con una relación femenino/masculino de 3.65:1, ver tabla 2, y figura 6.

Tabla 2. Distribución de la edad de los pacientes según sexo

Sexo/edad	Mediana	Rangos
Femenino	57 años	40-89
Masculino	56 años	41-70
Global	57	40-89

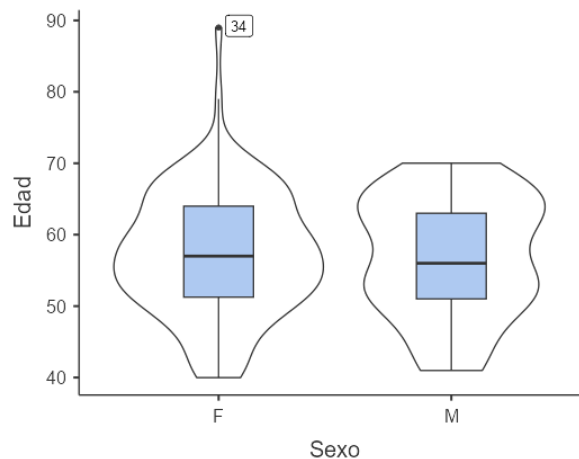


Figura 6. Distribución de la edad según sexo

100 pacientes tenían mas de 6 meses de padecer de los síntomas: 74.1 %.

35 menos de 6 meses: 25.9 %.

Análisis de concordancia

Tabla 3. Valores de Kappa por hallazgo por nivel lumbar

Niveles de vertebra lumbar	Hallazgo	% de acuerdo	Kappa	p
L1-L2	Disminución de los espacios	99	0.892	<0.001
	Hipertrofia facetaria	No reportada		
	Osteofitos	96	0.923	<0.001
	Esclerosis de las vertebrae	99	0.929	<0.001
L2-L3	Disminución de los espacios	90	0.680	<0.001
	Hipertrofia facetaria	93	0.542	<0.001
	Osteofitos	95	0.884	<0.001
	Esclerosis de las vertebrae	87	0.543	<0.001
L3-L4	Disminución de los espacios	80	0.588	<0.001
	Hipertrofia facetaria	81	0.423	<0.001
	Osteofitos	97	0.926	<0.001
	Esclerosis de las vertebrae	70	0.395	<0.001
L4-L5	Disminución de los espacios	84	0.579	<0.001
	Hipertrofia facetaria	63	0.337	<0.001
	Osteofitos	97	0.912	<0.001
	Esclerosis de las vertebrae	78	0.448	<0.001
L5-S1	Disminución de los espacios	99	0.494	<0.001
	Hipertrofia facetaria	86	0.565	<0.001
	Osteofitos	99	0.796	<0.001
	Esclerosis de las vertebrae	84	0.355	<0.001

Utilizando los hallazgos a la RMN:

- No se encontró asociación entre el tiempo de evolución de los síntomas y presencia de osteofitos a ningún nivel lumbar ($p=0.640, 0.117, 0.156, 0.921, 0.993$).
- Se encontró asociación entre el tiempo de evolución de los síntomas y disminución del espacio intervertebral a nivel de L4-L5.

Discusión

Como investigadores consideramos que hemos logrado el objetivo del estudio de determinar el grado de concordancia entre los hallazgos obtenidos por radiografía y resonancia magnética en la evaluación de la espondiloartrosis lumbar, a partir de la comparación de cuatro criterios estructurales visibles por estudios de imágenes, como variable diagnóstica (disminución del espacio intervertebral, hipertrofia facetaria, osteofitos y esclerosis de platillos vertebrales) en los distintos niveles intervertebrales y su posterior análisis de acuerdo, usando el índice de concordancia de Kappa Cohen.

Los resultados muestran una variabilidad importante entre niveles, con valores de Kappa que oscilaron entre 0.00 y 0.93.

Los resultados más relevantes por variable fueron:

Disminución del espacio intervertebral

Los valores de Kappa oscilaron entre 0.49 y 0.89, lo que corresponde a una concordancia sustancial a casi perfecta según la clasificación de Landis y Koch.

El nivel L1-L2 mostró el valor más alto ($\kappa = 0.892$), mientras que el L5-S1 presentó el valor más bajo ($\kappa = 0.494$).

Estos resultados evidencian que la radiografía simple mantiene una buena capacidad para detectar la reducción del espacio intervertebral, sobre todo en los niveles superiores, donde las proyecciones son más nítidas y existe menor superposición ósea. La concordancia disminuye hacia los niveles inferiores, lo cual puede atribuirse a la presencia de cambios degenerativos más complejos y a la dificultad para delimitar con precisión los márgenes vertebrales en la radiografía convencional.

Hipertrofia facetaria

Esta variable presentó los valores de concordancia más bajos entre todas las analizadas, con un rango de 0.00 a 0.56, lo que indica una concordancia de pobre a moderada.

El nivel L1-L2 evidenció ausencia de concordancia ($\kappa = 0.000$), mientras que L5-S1 alcanzó el valor más alto ($\kappa = 0.564$).

Este comportamiento puede explicarse por la limitada visualización de las articulaciones facetarias en la radiografía, especialmente en los niveles altos donde la orientación anatómica dificulta su evaluación.

Por el contrario, la resonancia magnética ofrece una visualización directa de las estructuras articulares y periarticulares, lo que permite una identificación más precisa de la hipertrofia y de los cambios inflamatorios asociados.

Osteofitos

Los valores de Kappa para la presencia de osteofitos se mantuvieron consistentemente altos en todos los niveles, con un rango de 0.79 a 0.92, lo que corresponde a una concordancia casi perfecta.

Estos resultados confirman que la radiografía simple posee una excelente capacidad diagnóstica para la detección de osteofitos, los cuales representan cambios estructurales óseos bien definidos, fácilmente evidenciables incluso en estudios convencionales.

Por tanto, la radiografía continúa siendo el método de elección para la valoración inicial de las alteraciones morfológicas óseas asociadas a la espondiloartrosis lumbar.

Esclerosis de platillos vertebrales

Los valores de Kappa obtenidos para esta variable mostraron una amplia variabilidad entre los diferentes niveles, oscilando entre 0.35 y 0.93, lo que corresponde a una concordancia de regular a casi perfecta.

El nivel L1-L2 mostró la mayor concordancia ($\kappa = 0.929$), mientras que L5-S1 presentó la menor ($\kappa = 0.355$).

La variación observada puede deberse a que la esclerosis incipiente puede pasar desapercibida en la radiografía, especialmente en fases tempranas, mientras que la resonancia magnética detecta con mayor sensibilidad los cambios de señal medular o

esponjosa en los platillos vertebrales, incluso antes de que se evidencien alteraciones corticales visibles.

Síntesis comparativa global

<u>Variable</u>	<u>Promedio de Kappa</u>	<u>Interpretación global</u>
Disminución del espacio intervertebral	0.65	Concordancia sustancial
Hipertrofia facetaria	0.37	Concordancia regular
Osteofitos	0.89	Concordancia casi perfecta
Esclerosis de platillos vertebrales	0.54	Concordancia moderada

De manera global, los resultados demuestran que la radiografía mantiene una buena concordancia con la resonancia magnética en la detección de alteraciones estructurales óseas, principalmente osteofitos y disminución del espacio intervertebral, mientras que su utilidad disminuye en la evaluación de cambios articulares finos y de tejidos blandos, como la hipertrofia facetaria y la esclerosis incipiente.

Los resultados obtenidos reafirman el valor de la radiografía simple como herramienta diagnóstica de primera línea en el abordaje inicial de pacientes con lumbalgia crónica y sospecha de espondiloartrosis lumbar. A pesar de las limitaciones inherentes a esta técnica para la valoración de tejidos blandos y cambios medulares, su capacidad para identificar alteraciones estructurales como la disminución del espacio intervertebral, la presencia de osteofitos y la esclerosis de los platillos vertebrales la mantiene como un método de gran utilidad en entornos clínicos con recursos limitados.

Por su parte, la resonancia magnética permite una caracterización más detallada del compromiso discal, facetario y neural, ofreciendo una visión integral de los procesos degenerativos. En este sentido, ambos métodos deben considerarse complementarios: la radiografía como estudio de tamizaje y evaluación inicial, y la resonancia magnética como modalidad de elección cuando se requiere una valoración más precisa de la extensión y severidad de la enfermedad o ante discrepancias clínico-radiológicas.

Conclusiones:

- La radiografía simple demuestra una concordancia global buena con la resonancia magnética en la evaluación de la espondiloartrosis lumbar, especialmente en la detección de alteraciones estructurales óseas como la disminución del espacio intervertebral y la presencia de osteofitos, con valores promedio de Kappa de 0.65 y 0.89 respectivamente, lo que corresponde a concordancias sustancial y casi perfecta.
- La variable con mayor concordancia fue la presencia de osteofitos, la cual alcanzó valores de Kappa cercanos a 0.9 en la mayoría de los niveles intervertebrales, confirmando que la radiografía convencional conserva alta sensibilidad para identificar estos cambios morfológicos óseos.
- La esclerosis de platillos vertebrales mostró una concordancia moderada (Kappa promedio 0.54), reflejando que la radiografía puede identificar adecuadamente los casos avanzados, aunque la resonancia magnética permite detectar cambios escleróticos incipientes no visibles por métodos convencionales.
- La hipertrofia facetaria presentó la menor concordancia (Kappa promedio 0.37), evidenciando la limitación de la radiografía simple para la evaluación de las articulaciones posteriores y los tejidos blandos paravertebrales, estructuras que son mejor valoradas mediante resonancia magnética.
- El grado de concordancia tiende a disminuir en los niveles inferiores de la columna lumbar (L4-L5 y L5-S1), probablemente por la superposición ósea y la mayor complejidad anatómica, factores que dificultan la delimitación precisa de los márgenes articulares y discales en la radiografía convencional.
- No se observó asociación significativa entre el tiempo de evolución de los síntomas y la presencia de osteofitos en ningún nivel lumbar, aunque sí se encontró una relación entre el tiempo de evolución y la disminución del espacio intervertebral en el nivel L4-L5, lo que sugiere que este segmento es el más afectado en etapas avanzadas de la enfermedad degenerativa.

- Los hallazgos respaldan el uso de la radiografía simple como método de primera línea en la evaluación inicial de la lumbalgia crónica y la sospecha de espondiloartrosis, al ofrecer información diagnóstica relevante, de bajo costo y amplia disponibilidad, especialmente en entornos donde el acceso a resonancia magnética es limitado.
- Se concluye que la radiografía y la resonancia magnética son métodos complementarios: la radiografía constituye una herramienta eficaz para el tamizaje y seguimiento de cambios óseos, mientras que la resonancia magnética debe reservarse para casos en los que se requiera una valoración detallada del disco intervertebral, las facetas articulares y el compromiso neural.

Referencias bibliográficas

1. Kushchayev SV, Glushko T, Jarraya M, Schuleri KH, Preul MC, Brooks ML, et al. ABCs of the degenerative spine. *Insights Imaging*. 2018;9(2):253-74. doi:10.1007/s13244-017-0584-z.
2. Fukuda K, Kawakami G. Proper use of MR imaging for evaluation of low back pain. *Semin Musculoskelet Radiol*. 2001;5(2):133-136. doi:10.1055/s-2001-16060.
3. Zhu K, Su Q, Chen T, Zhang J, Yang M, Pan J, et al. Association between lumbar disc herniation and facet joint osteoarthritis. *BMC Musculoskelet Disord*. 2020;21:56. doi:10.1186/s12891-020-3070-6.
4. Adams MA, Roughley PJ. Biomechanics of intervertebral disc degeneration. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2006;31(18):2151-61. doi:10.1097/01.brs.0000232789.70239.04
5. Ahlhelm F, Naumann N, Maher A, Shariat K, Ulmer S. Degenerative Bandscheibenprozesse: Aktuelles zur Befundung. *Radiologe*. 2019;59(11):1006-1021. doi:10.1007/s00117-019-00595-z.
6. Nguyen C, Jousse M, Poiraudau S, Feydy A, Rannou F. Intervertebral disc and vertebral endplate subchondral changes associated with Modic 1 changes of the lumbar spine: a cross-sectional study. *BMC Musculoskelet Disord*. 2017;18:34. doi:10.1186/s12891-017-1407-6.
7. Rahme R, Moussa R. Vertebral endplate: anatomy, pathology and correlations with back pain. *J Med Liban*. 2008;56(1):40-8. PMID: 18510752.
8. Benneker LM, Heini PF, Anderson SE, Alini M, Ito K. Correlation of radiographic and MRI parameters to morphological and biochemical assessment of intervertebral disc degeneration. *Eur Spine J*. 2005;14(1):27-35. doi:10.1007/s00586-004-0759-4.

9. Luoma K, Riihimäki H, Luukkonen R, Raininko R, Viikari-Juntura E, Lamminen A. Low back pain in relation to lumbar disc degeneration. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2000;25(4):487-92. doi:10.1097/00007632-200002150-00016.
10. Middleton K, Fish DE. Lumbar spondylosis: clinical presentation and treatment approaches. *Curr Rev Musculoskelet Med*. 2009;2(2):94-104. doi:10.1007/s12178-009-9051-x.
11. Deyo RA, Weinstein JN. Diagnostic evaluation of low back pain. *J Clin Outcomes Manag*. 2000;7(6):38-47. PMID: 18490812.
12. Van den Bosch MAAJ, Hollingworth W, Kinmonth AL, Dixon AK. Evidence against the use of lumbar spine radiography for low back pain. *Clin Radiol*. 2004;59(1):69-76. doi:10.1016/j.crad.2003.08.012.
13. Carrino JA, Lurie JD, Tosteson ANA, Tosteson TD, Carragee EJ, Kaiser J, et al. Lumbar Spine: Reliability of MR Imaging Findings. *Radiology*. 2009 Jan;250(1):161-70. doi:10.1148/radiol.2493071999.
14. Wenger DR, Rang M, Leach J. Adolescent disc dysplasia and back pain. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1984;9(6):667-75. doi:10.1097/00007632-198409000-00012.
15. Rasouli JJ, Mayer RR, Hwang KS, Galina JM, Ware JB, Shasti M, et al. Imaging of degenerative disease of the lumbar spine: history and current state. *Skeletal Radiol*. 2019;48(9):1287-1305. doi:10.1007/s00256-019-03193-8.
16. Benneker LM, Anderson SE, Alini M, Ito K. Imaging of disc degeneration and spondylosis. *Eur Spine J*. 2005;14(3):229-38. doi:10.1007/s00586-004-0773-6.
17. Sabnis AB, Chamoli U, Diwan AD. Is L5–S1 motion segment different from the rest? A radiographic kinematic assessment of 72 patients with chronic low back pain. *Eur Spine J*. 2018;27(2):439-448. doi:10.1007/s00586-017-5400-4.
18. Theumann N. The Degenerative Spine. In: *Seminars in Musculoskeletal Radiology*. Springer; 2006. p. 137-150.
19. Fardon DF, Williams AL, Dohring EJ, Murtagh FR, Gabriel Rothman SL, Sze GK. Lumbar disc nomenclature: version 2.0. Recommendations of the combined task forces of the North American Spine Society, the American Society of Spine

- Radiology and the American Society of Neuroradiology. *Spine J.* 2014;14(11):2525-2545. doi:10.1016/j.spinee.2014.04.022.
20. Dowdell J, Erwin M, Choma T, Vaccaro A, Iatridis J, Cho SK. Degenerative disc disease: pathogenesis and clinical approach. *J Clin Orthop Trauma.* 2017;8(3):307-313. doi:10.1016/j.jcot.2017.06.015.
 21. Urrutia J, Zamora T, Prada C. The prevalence of degenerative or incidental findings in the lumbar spine of pediatric patients: a study using magnetic resonance imaging as a screening tool. *Eur Spine J.* 2016;25(2):596-601. doi:10.1007/s00586-015-4099-3.
 22. Jarvik JG, Hollingworth W, Martin B, Emerson SS, Gray DT, Overman S, et al. Rapid magnetic resonance imaging vs radiographs for patients with low back pain: a randomized controlled trial. *JAMA.* 2003;289(21):2810-8.
 23. Fujiwara A, Tamai K, Yamato M, An HS, Yoshida H, Saotome K, Kurihashi A. The relationship between facet joint osteoarthritis and disc degeneration of the lumbar spine: an MRI study. *Eur Spine J.* 1999;8(5):396-401. doi:10.1007/s005860050193.
 24. Kjaer P, Leboeuf-Yde C, Korsholm L, Sorensen JS, Bendix T. Magnetic resonance imaging and low back pain in adults: a diagnostic imaging study of 40-year-old men and women. *Spine (Phila Pa 1976).* 2005;30(10):1173-1180. doi:10.1097/01.brs.0000162399.97717.d9.
 25. Jensen TS, Karppinen J, Sorensen JS, Niinimäki J, Leboeuf-Yde C. A systematic review of MRI findings in low back pain. *Eur Spine J.* 2008;17(11):1407-1422. doi:10.1007/s00586-008-0775-9.
 26. Suarez-Almazor ME, Belseck E, Russell AS, Mackel JV. Use of lumbar radiographs for the early diagnosis of low back pain: proposed guidelines would increase utilization. *JAMA.* 1997;277(22):1782-1786. doi:10.1001/jama.1997.03540460042030.

27. A, Vilà-Canet G, García de Frutos A, Ubierna MT, Ciccolo F, Caceres E. Management of degenerative lumbar spinal stenosis: an evidence-based review article. *EFORT Open Rev* 2016;1:267-274. DOI: 10.1302/2058-5241.1.000030.
28. Reviriego Rodrigo E, López de Argumedo González de Durana M, Villanueva Hernández G, Galnares Cordero L, Castelló Zamora B. Uso de la radiografía en el diagnóstico de la lumbalgia: revisión sistemática. Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. Servicio de Evaluación de Tecnologías Sanitarias del País Vasco; 2014. Informes de Evaluación de Tecnologías Sanitarias: OSTEBA.
29. Félix-Garza R, Lagarda-Cuevas J, Chávez-Maqueda MF, Ladewig-Bernáldez GI. Espondilolistesis lumbar degenerativa de un solo segmento tratada con espaciador interespinoso. *Acta Ortop Mex.* 2014;28(2):88-94.
30. Balagué F, Mannion AF, Pellisé F, Cedraschi C. Non-specific low back pain. *Lancet.* 2012;379(9814):482-491. DOI: 10.1016/S0140-6736(11)60610-7.
31. De Pedro-Moro JA, Blanco-Blanco J, Alía-Benítez J, Fuster-Obregón S, Pérez-Caballer A, de Cabo-Rodríguez A, et al. Espondilosis lumbar: tratamiento mediante abordajes combinados y prótesis de disco artificial. *Rev Ortop Traumatol.* 2004;48(Supl. 3):21-32.
32. González Murillo M, Núñez Medina A. Espondiloartrosis lumbar. En: Zúñiga Gómez L, coordinador. *Manual de patología de columna.* Hospital Universitario de Getafe. Capítulo 69.
33. Passias PG, Poorman G, Lurie J, Zhao W, Morgan T, Horn S, et al. Patient Profiling Can Identify Spondylolisthesis Patients at Risk for Conversion from Nonoperative to Operative Treatment. *JBJS Open Access.* 2018;3(2):e0051:
34. Instituto Mexicano del Seguro Social. Diagnóstico, tratamiento y prevención de lumbalgia aguda y crónica en el primer nivel de atención. *Guía de Práctica Clínica.* México: IMSS; 2009.
35. Malfair D, Beall DP. Imaging the degenerative diseases of the lumbar spine. *Magn Reson Imaging Clin N Am.* 2007;15(2):221–238. doi:10.1016/j.mric.2007.04.001.

36. Boleaga-Durán B. Patología inflamatoria de la columna vertebral. *An Radiol Mex.* 2005;2:105–114.
37. Carbullanca Toledo S, Garcia Duitama I, Solano Lopez A, Ares Vidal J, Agusti Claramunt A, Vilas Gonzalez M. Radiología esencial de la columna lumbar degenerativa: actualizando conceptos. [Póster educativo]. España; 2022.
38. Burbano-Burbano HD, Belalcázar-Bolaños EG, Fernández-Tapia S. Resonancia magnética de la columna lumbar: lo que el radiólogo debe conocer antes de elaborar un reporte. *An Radiol Mex.* 2014;13:292–305.
39. Faundez AA, Cogniet A, Racloz G, Tsoupras A, Le Huec JC. Espondilolistesis degenerativa lumbar. *EMC - Aparato locomotor.* 2017;50(2):1-8. doi:10.1016/S1286-935X(17)84326-4.
40. García-Ramos CL, Valenzuela-González J, Baeza-Álvarez VB, Rosales-Olivarez LM, Alpizar-Aguirre A, Reyes-Sánchez A. Degenerative spondylolisthesis I: general principles. *Acta Ortop Mex.* 2020;34(5):324–328. doi:10.35366/97997.
41. De Pedro-Moro JA, Blanco-Blanco J, Pérez-Ochagavía F, González-Orús A, Álvarez-Morujo A, Pérez-Caballer A. Espondilosis lumbar: concepto y clasificación. *Rev Ortop Traumatol.* 2004;48(Supl. 3):5–12.
42. Sanhueza Z A, Prieto R JC, Weisz C J, Leiter Herrán F, Soto F S, Chiang O F, Lira S L. Espondiloartritis anquilosante: revisión de hallazgos imagenológicos en la columna. *Rev Chil Radiol.* 2016;22(4):171–183. doi:10.1016/j.rchira.2016.11.004.
43. Weishaupt D, Zanetti M, Hodler J, Boos N. MR imaging of the lumbar spine: prevalence of intervertebral disk extrusion and sequestration, nerve root compression, end plate abnormalities, and osteoarthritis of the facet joints in asymptomatic volunteers. *Radiology.* 1998;209(3):661–666. doi:10.1148/radiology.209.3.9844662.
44. Wang C, Auerbach JD, Witschey WR, Balderston RA, Reddy R, Borthakur A. Advances in magnetic resonance imaging for the assessment of degenerative disc

- disease of the lumbar spine. *Semin Spine Surg.* 2007;19(2):65–71. doi:10.1053/j.semss.2007.04.009.
45. Hoy D, March L, Brooks P, Blyth F, Woolf A, Bain C, et al. The global burden of low back pain: estimates from the Global Burden of Disease 2010 study. *Ann Rheum Dis.* 2014;73(6):968–974. doi:10.1136/annrheumdis-2013-204428.
 46. Villarreal-Arroyo M, Mejía-Herrera JC, Larios-Forte MC. Incidencia de cambios degenerativos tipo Modic en pacientes con dolor lumbar crónico en el Hospital Regional ISSSTE Monterrey. *Acta Ortop Mex.* 2012;26(3):180–184.
 47. Sánchez Sánchez JC. Radiología de la columna vertebral mediante radiología simple, TAC y resonancia... hecha fácil [presentación educativa]. El Ejido: Unidad de Gestión Clínica de Diagnóstico por Imagen, Agencia Sanitaria Poniente; s.f.
 48. Shobeiri E, Khalatbari MR, Taheri MS, Tofighirad N, Moharamzad Y. Magnetic resonance imaging characteristics of patients with low back pain and those with sciatica. *Singapore Med J.* 2009;50(1):87–93.
 49. Sivas FA, Ciliz D, Erel U, Erkol Inal E, Özoran K, Sakman B. Abnormal lumbar magnetic resonance imaging in asymptomatic individuals. *Turk J Phys Med Rehab.* 2009;55:73–77.
 50. Protopopov M, Poddubnyy D, Proft F, Wichuk S, Machado P, Lambert RG, et al. Magnetic resonance imaging in comparison with conventional radiography for detection of structural changes typical for SpA – data from the Assessment of Spondyloarthritis International Society (ASAS) cohort. *Ann Rheum Dis.* 2019;78(Suppl 2):466. doi:10.1136/annrheumdis-2019-eular.7901.