

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO
POSGRADO DE ORTOPEDIA Y TRAUMATOLOGÍA

ESPONDILOLISIS EN DEPORTISTAS: ¿ES LA SOBRECARGA LA ÚNICA CULPABLE?

Trabajo final de graduación, sometido a consideración del comité de la Especialidad en
Ortopedia y Traumatología para optar al grado y título de Especialista en Ortopedia y
Traumatología

MÓNICA CHACÓN ZAMORA

2020

Dedicatoria

Toda mi vida y proyectos son dedicados a Dios, por ser ÉL quien me ha dado la oportunidad de iniciarlos y cumplirlos.

A mi mamá, que es la mujer más fuerte del mundo, quien nunca me dejó rendirme, me guio a buscar siempre la excelencia, y convencerme que podía alcanzar lo que quisiera en la vida sin importar cuán grande fuera la meta.

A mi papá, que ha sido ese mar tranquilo que necesitamos en medio de esta vida de tormentas. Me enseñó a ver todo siempre positivo y que lo que no te mata te hace más fuerte.

A mi esposito, por ser el más paciente y colaborador, se convirtió en una luz durante mis años de residencia haciendo el camino más ligero, sin contar el gran ejemplo de excelencia profesional que fue para mí.

Agradecimientos

Al Dr. Soto y al Dr. Ramírez (Cali), por abrirme las puertas a la ortopedia cuando apenas era una estudiante, sacar de su tiempo para enseñarme y alentar ese deseo de esforzarme para ingresar a la mejor especialidad.

Al Dr. Angulo García por convertirse en mi mentor; su ayuda fue incondicional. Gracias por confiar en mí, y durante todos estos años dedicar el tiempo y conocimientos para guiar mi formación. Además, en conjunto con el Dr. Brenes Rojas, agradezco sus aportes como lectores de mi tesis e impulsar el deseo de continuar mi aprendizaje en el área de la cirugía de columna.

A mi tutor, el Dr. Francisco Brenes por ser un ejemplo de entrega y vocación. Gracias por todas las recomendaciones y creer en mi trabajo.

A la Dra. Weissman y el Dr. Huaquilaf, por todo el conocimiento brindado al realizar mi rotación en Chile, por hacerme sentir como en casa y hacer de esta rotación una experiencia de gran crecimiento profesional.

Y, por último, pero no menos importante, a mis compañeros de residencia y profesores del posgrado que me aportaron su consejo, no solo profesional, sino también personal para lograr completar esta gran meta como lo es la especialidad en Ortopedia y Traumatología.

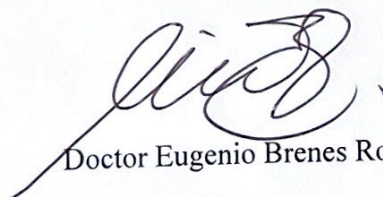
"Este trabajo final de graduación fue aceptado por el comité de la Especialidad en Ortopedia y Traumatología del Programa de Posgrado en Especialidades Médicas de la Universidad de Costa Rica, como requisito parcial para optar al grado y título de Especialista en Ortopedia y Traumatología".



Doctor Francisco Brenes Villalobos
Profesor Guía



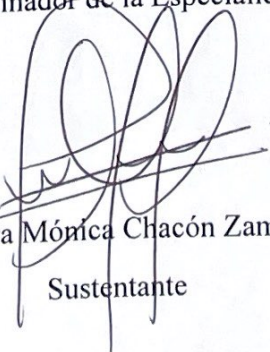
Doctor Andrés Angulo García
Lector



Doctor Eugenio Brenes Rojas
Lector



Doctor Luis Diego Rodríguez Carrillo
Coordinador de la Especialidad



Doctora Mónica Chacón Zamora
Sustentante

Tabla de contenidos

Dedicatoria	II
Agradecimientos	III
Tabla de contenidos	IV
Resumen	VI
Lista de figuras	VIII
Lista de tablas	VIII
Lista de abreviaturas	XI
Introducción	1
Objetivos	3
Objetivo general y específicos	3
Marco teórico	4
- Definición	4
- Anatomía	4
- Biomecánica y Fisiopatología.....	9
- Epidemiología	15
- Factores de riesgo.....	16
● Tipo de actividad deportiva	16
● Tiempo de actividad deportiva	18
● Condiciones médicas asociadas.....	19
- Relación con la espondilolistesis.....	25
- Clínica	27
- Estudios de imagen	29
- Tratamiento	38
- Retorno deportivo	47
Discusión	48
Conclusiones	51
Algoritmo 1 y 2	53
Bibliografía	54

Resumen

La espondilolisis es una causa común de dolor de espalda en atletas jóvenes. Los deportes que implican una hiperextensión repetitiva junto con carga axial de la columna vertebral representan un factor de riesgo para el desarrollo de esta patología predominantemente a nivel lumbar. Los remeros, bailarines, gimnastas y atletas de fútbol americano que practican el lanzamiento tienen una alta incidencia de esta afección; lo que finalmente impide que el atleta continúe en su actividad deportiva.

En la actualidad, no solo la sobrecarga de elementos posteriores se ha detectado como único factor causal de esta patología, diversos estudios han descrito defectos de cierre del tubo neural, patología concomitante de cadera e incluso el tiempo que invierte el atleta en su actividad deportiva, pueden ser también factores condicionantes de esta lesión.

El diagnóstico de espondilolisis requiere la identificación por imágenes del defecto óseo en la *pars* articular; el problema radica que de forma temprana el único hallazgo es el edema óseo, el cual no es identificable por radiografía simple. El advenimiento del TAC, RMN y SPECT-CT han venido a complementar ese déficit en la evaluación del paciente. Hoy en día, no existe un consenso claro en cuanto al mejor estudio de imagen.

La mayoría de los pacientes lo resuelven con un manejo conservador basado en la restricción de las actividades deportivas; se considera una falla del mismo si el dolor persiste por más de seis meses. En este caso se vuelve imperativo la intervención quirúrgica con el objetivo de alcanzar una adecuada consolidación y estabilización del defecto de la *pars* articular, disminuyendo así el riesgo de desarrollo de una espondilolistesis a futuro.

Se han descrito múltiples opciones quirúrgicas que se detallan en la revisión, sin embargo, existen relativamente pocos datos en la literatura que comparen los resultados entre las diferentes técnicas.

Summary

Spondylolysis is a common cause of back pain in young athletes. Sports that involve repetitive hyperextension along with axial load of the spine represent a risk factor for the development of this pathology predominantly at the lumbar level. Rowers, dancers, gymnasts and American football athletes who practice throwing have a high incidence of this condition; which finally prevents the athlete from continuing in his sports activity.

At present, not only the overload of posterior elements has been detected as the only causative factor of this pathology, several studies have described defects of neural tube closure, concomitant hip pathology and even the time that the athlete invests in his sports activity, They may also be factors that condition this injury.

The diagnosis of spondylolysis requires the identification by images of the bone defect in the articular pars; the problem is that the earliest finding is bone edema, which is not identifiable by simple radiography. The advent of CT, MRI and SPECT-CT have come to complement this deficit in the evaluation of the patient. Today there is no clear consensus regarding the best imaging study.

Most patients resolve with conservative management based on the restriction of sports activities. It is considered a failure thereof if the pain persists for more than 6 months. In this case, surgical intervention becomes imperative in order to achieve adequate consolidation and stabilization of the joint pars defect, thus reducing the risk of developing a spondylolisthesis in the future.

Multiple surgical options that are detailed in the review have been described, however, there are relatively few data in the literature that compare the results between the different techniques.

Lista de figuras

Figura 1. Signo del Perro Scottie.

Figura 2. Estructuras ligamentosas a nivel lumbar.

Figura 3. Inervación columna lumbar.

Figura 4. Relación funcional entre el pilar anterior y posterior de una articulación intervertebral (Kapandji, 1981).

Figura 5. Disposición angulada de las vértebras lumbares inferiores (Calliet,1990).

Figura 6. Fuerzas sobre la articulación lumbosacra. F es el vector de la fuerza ejercida por los extensores del tronco y ligamentos. W es el componente peso del cuerpo superior del sujeto con su cizallamiento y compresión. C es la fuerza axial de compresión. S es la fuerza de cizallamiento anterior. Alfa es el ángulo entre la paralela al DIV por donde pasa el vector de cizallamiento y la horizontal al suelo. O es el centro de la articulación lumbosacra.

Figura 7. Momentos sobre el arco neural lumbar. $M=Sif.t$ es el momento de resistencia a la compresión sobre las carillas articulares transversas que produce tensión anterior a nivel de la *pars*. $M=Fsp.e$ es el momento, opuesto al anterior, creado a partir de la fuerza ejercida sobre la apófisis espinosa por los músculos extensores y ligamentos.

Figura 8. Proporción de casos de espondilolisis sintomática vs. otros diagnósticos por edad. En pacientes pediátricos con lumbalgia persistente, espondilolisis lumbar fue identificada en un 45.5 % primaria, 45.1 % “junior high school” y 31.5 % en “high school”.

Figura 9. Deportes más comúnmente relacionados con espondilolisis.

Figura 10. Distribución por tipo de actividad deportiva. Azul = Mujeres / Verde = hombres.

Figura 11. Gráfica de dispersión. Relación edad y horas semanales dedicadas a la actividad deportiva.

Figura 12. Defecto mínimo del proceso espinoso de L5.

Figura 13. La columna lumbar evidencia un entrecruzamiento de la lámina de S1. Nótese la dirección anormal de la lámina.

Figura 14. Amplio defecto simétrico de S1 y S2. Un fragmento residual de hueso se encuentra en línea media.

Figura 15. La columna lumbar muestra un defecto asimétrico en S1. Nótese la dirección anormal de la lámina.

Figura 16. Perfil de los pacientes estudiados por Moley et al.

Figura 17. Esquema de graduación de la espondilolistesis según Meyerding.

Figura 18. Radiografía Anteroposterior de columna lumbar en paciente con EBO. Evidencia de una espondilolistesis ístmica de L5 con una espondilolistesis L5S1 de 20 %.

Figura 19. Test de hiperextensión en una pierna.

Figura 20. Anatomía ósea y radiológica de la fractura de la *pars* articular.

Figura 21. Puntuación Kappa. Radiografía simple vs. TAC dosis limitada.

Figura 22. Tomografía computarizada de la misma paciente diagnosticada con espondilolisis. Imagen de TAC si evidencia la patología.

Figura 23. RMN de una paciente femenina de dieciséis años con diagnóstico de espondilolisis. La resonancia no muestra evidencia de la patología.

Figura 24. Paciente atleta masculino de catorce años. Historia de dos meses de dolor lumbar izquierdo. Imagen de SPECT con Tc99m-MDP (parasagital derecha) que muestra un aumento de la captación del radiotrazador en la región de la *pars* articular L5 izquierda (A). TAC dosis regular limitado zona lumbar obtenido quince días después con evidencia de la espondilolisis de L5 (B).

Figura 25. La combinación de las imágenes obtenidas en Medicina Nuclear con imágenes obtenidas en CT rayos-X simultáneamente (técnica conocida como fusión de imágenes) permite una mejor localización de los sitios patológicos y finalmente un mejor tratamiento para los pacientes.

Figura 26. Tasa de consolidación, período de tratamiento y tasa de recurrencia con manejo conservador. Sakai et al.

Figura 27. Sakai et al. Tasa de recurrencia con el manejo conservador.

Figura 28. Esquema de las técnicas quirúrgicas disponibles. De izquierda a derecha y de superior a inferior: Buck, Morscher, Scott, Songer, tornillos pediculares más ganchos a la lámina y tornillos pediculares más gancho en “V” (2).

Figura 29. Evolución de fractura aguda de la *pars* articular L3 izquierda. Paciente femenina de veintiséis años jugadora de Cricket. Fallo del manejo conservador. Inicialmente: SPECT-CT aumentó captación de L3 izquierdo con una fractura incompleta en la cortical inferior. Control con RMN a los siete meses de manejo conservador por persistencia de los síntomas que evidencia persistencia del edema óseo. Control trece meses (extendió manejo conservador): persiste sintomática y SPECT-CT muestra progresión a fractura completa. Se decide manejo quirúrgico con fijación interna con tornillo sin autoinjerto. Seguimiento dieciocho meses: TAC cuatro meses PO con consolidación completa de la fractura, paciente asintomática.

Figura 30. Esta figura demuestra una de las técnicas quirúrgicas para el manejo de espondilolisis asociada a espina bífida oculta. Dos cables dobles de acero inoxidable (ISOLA, Depuy Spine; Raynham, Massachusetts/USA) se pasan alrededor de la base media de los procesos transversos bilateral seguido de la colocación de injerto (bloques rectangulares) en el defecto de la *pars* y en el sitio del defecto del arco neural. La fijación simultánea de ambas lesiones se puede realizar con un adecuado tensado de los alambres.

Figura 31. Rx Preoperatorias (izquierda a derecha: AP, lateral, oblicua izquierda y oblicua derecha). Evidencia espondilolisis L5 izquierda (flecha gris) con espina bífida oculta (flecha negra).

Figura 32. Rx Postoperatorias. Evidencia de alambrado y fijación exitosa de la espondilolisis y EBO.

Figura 33. TAC Pre (izquierda) y post (derecha) operatorio que evidencia la fusión de la espondilolisis (flecha gris) y la EBO (flecha negra).

Lista de abreviaturas

LS Espondilolisis lumbar

ESP Espondilolistesis

EBO Espina Bífida Oculta

Rx Radiografía simple

RMN Resonancia Magnética Nuclear

TAC Tomografía Axial Computarizada

PFA Pinzamiento femoroacetabular

DIV Disco intervertebral

SPECT Tomografía computarizada por emisión de fotón único

FAIR Flexión - Aducción - Rotación Interna

TEPE Test de elevación pierna extendida

EVA Escala Visual Análoga

ODI Odwestry Disability Index



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA

SEP Sistema de
Estudios de Posgrado

Autorización para digitalización y comunicación pública de Trabajos Finales de Graduación del Sistema de Estudios de Posgrado en el Repositorio Institucional de la Universidad de Costa Rica.

Yo, Mónica Chacón Zamora, con cédula de identidad 113570879, en mi condición de autor del TFG titulado Espondilolisis en deportistas: es la sobrecarga la única culpable?

Autorizo a la Universidad de Costa Rica para digitalizar y hacer divulgación pública de forma gratuita de dicho TFG a través del Repositorio Institucional u otro medio electrónico, para ser puesto a disposición del público según lo que establezca el Sistema de Estudios de Posgrado. SI NO *

*En caso de la negativa favor indicar el tiempo de restricción: _____ año (s).

Este Trabajo Final de Graduación será publicado en formato PDF, o en el formato que en el momento se establezca, de tal forma que el acceso al mismo sea libre, con el fin de permitir la consulta e impresión, pero no su modificación.

Manifiesto que mi Trabajo Final de Graduación fue debidamente subido al sistema digital Kerwá y su contenido corresponde al documento original que sirvió para la obtención de mi título, y que su información no infringe ni violenta ningún derecho a terceros. El TFG además cuenta con el visto bueno de mi Director (a) de Tesis o Tutor (a) y cumplió con lo establecido en la revisión del Formato por parte del Sistema de Estudios de Posgrado.

INFORMACIÓN DEL ESTUDIANTE:

Nombre Completo: Mónica María Chacón Zamora

Número de Carné: BS8372 Número de cédula: 113570879

Correo Electrónico: moni.chacon88@gmail.com

Fecha: 4-8-20 Número de teléfono: 89250405

Nombre del Director (a) de Tesis o Tutor (a): Dr. Francisco Brenes Villalobos

FIRMA ESTUDIANTE

Nota: El presente documento constituye una declaración jurada, cuyos alcances aseguran a la Universidad, que su contenido sea tomado como cierto. Su importancia radica en que permite abreviar procedimientos administrativos, y al mismo tiempo genera una responsabilidad legal para que quien declare contrario a la verdad de lo que manifiesta, puede como consecuencia, enfrentar un proceso penal por delito de perjurio, tipificado en el artículo 318 de nuestro Código Penal. Lo anterior implica que el estudiante se vea forzado a realizar su mayor esfuerzo para que no sólo incluya información veraz en la Licencia de Publicación, sino que también realice diligentemente la gestión de subir el documento correcto en la plataforma digital Kerwá.

Introducción

La espondilolisis lumbar (LS) es un defecto de la *pars interarticularis* que ocurre comúnmente en atletas jóvenes secundario a una fractura por estrés. (23) Este puede ser unilateral o bilateral, comúnmente encontrado a nivel de la vértebra lumbar 5 y es una de las principales causas de lumbalgia en la infancia-adolescencia (28). La prevalencia de LS difiere entre los autores, pero ha sido estimada en aproximadamente un 6 % a 8 % en la población general (1); y numerosos estudios epidemiológicos determinan una prevalencia 3 a 4 veces mayor en atletas, lo que resalta la relación causal entre el deporte y la espondilolisis (20,23).

La frecuencia aumentada en atletas jóvenes se ve principalmente en aquellos que participan en deportes que requieran de una hiperextensión y rotación de la columna lumbar de manera repetitiva, como las gimnastas, futbolistas, clavadistas, levantadores de pesas, corredores, entre otros (2,5,28).

Estos mecanismos repetitivos, por sí solos, no son suficiente para producir la lesión; existen factores congénitos, hereditarios, tiempo que dedica a la actividad deportiva, enfermedades concomitantes y otros que predisponen a esta patología (27). Anomalías de la cadera también han sido vinculadas al desarrollo de la espondilolisis. Patologías dinámicas, como el pinzamiento femoroacetabular (PFA), resultan en un impacto entre el fémur y la pelvis, que a menudo afectan el movimiento de la articulación de la cadera; que se traduce a movimientos compensatorios y cambios en las fuerzas musculares que atraviesan la columna lumbar, articulación sacroilíaca y la sínfisis del pubis (16). También la espina bífida oculta (EBO) por el fallo congénito en el cierre de elementos posteriores de la columna, ocurre en la población en aproximadamente un 1.9 % (3). Varios informes determinan una fuerte asociación entre LS y espina bífida oculta. En un estudio de Sakai et al., más del 90 % de los niños en edad escolar primaria con LS en L5 tenía EBO sacro y aproximadamente el 60 % tenía EBO involucrado tanto en la lámina afectada como el sacro (7,19).

Otro aspecto importante a considerar es que los defectos bilaterales de la *pars articularis* pueden evolucionar a una espondilolistesis (ESP) lo que permite una traslación hacia adelante de un cuerpo vertebral sobre el cuerpo subyacente a ella. La espondilolistesis es clasificada con base en el porcentaje de deslizamiento del cuerpo superior sobre el inferior; esto conlleva a mayor escala de dolor y aumenta el riesgo de desarrollo de síntomas radiculares o neurológicos (14).

Para identificar la presencia de espondilolisis se utiliza gran variedad de métodos diagnósticos, incluyendo las radiografías simples de columna lumbosacra, tomografía axial computarizada (TAC), imágenes de resonancia magnética (RMN), tomografía computarizada por emisión de fotón único (SPECT) y la gammagrafía ósea (1). Sin embargo, numerosos hallazgos al examen físico incluyen ventajas como indicadores de diagnóstico iniciales, al tiempo que limita la exposición de los pacientes a los riesgos asociados y costos adicionales de algunos estudios de imágenes (1).

El tratamiento conservador, incluyendo el cese de la actividad deportiva y la utilización del *brace* es recomendada para la regeneración ósea temprana en pacientes con espondilolisis. Existe una fuerte asociación entre el diagnóstico temprano y un pronóstico favorable en los resultados del tratamiento conservador en términos de cicatrización ósea (19).

El tratamiento quirúrgico está reservado para aquellos atletas con persistencia de espondilolisis sintomática o espondilolistesis que han fallado un curso completo de tratamiento no quirúrgico de al menos seis meses. La intervención quirúrgica se recomienda para atletas inmaduros con deslizamientos de alto grado (Meyerding III o IV), ya que corren un riesgo significativo de un mayor deslizamiento, como se muestra en estudios retrospectivos y observacionales. La fusión posterolateral tiene tasas de éxito demostradas cercanas al 90 % (4).

Al igual que con otros tipos de lesiones por estrés óseo, el pronóstico y el tiempo de recuperación son dependientes de la extensión, la etapa de la lesión en el momento del diagnóstico, el tipo de deporte y el progreso individual del paciente durante la rehabilitación (13).

Objetivos

Objetivo general

- Realizar una actualización sobre los factores de riesgo para el desarrollo de espondilolisis en deportistas.

Objetivos específicos

- Revisión de la anatomía y fisiopatología de la espondilolisis.
- Explicar por qué los deportistas se ven más afectados por esta patología.
- Evidenciar que el estrés o sobreuso de la *pars articularis* no es el único factor de riesgo para el desarrollo de la espondilolisis.
- Incentivar el tamizaje durante la consulta ortopédica de estos otros factores de riesgo.
- Describir su relación con el desarrollo de espondilolistesis.
- Estudiar los métodos diagnósticos más utilizados actualmente.
- Conocer las pautas de manejo conservador y quirúrgico de la espondilolisis.

Marco teórico

Definición

La espondilolisis es un defecto de la *pars* articular, que corresponde a la unión del pedículo vertebral con la articulación facetaria y la lámina. Esta lesión puede presentarse en forma unilateral o bilateral y afectar más de un segmento (2). Aunque pueden ocurrir numerosos defectos congénitos durante la formación del arco neural, la espondilolisis nunca ha sido encontrada en el recién nacido, este defecto se ha descrito solo después del inicio de la deambulación (9,24).

Anatomía

La columna vertebral es una estructura osteofibrocartilaginosa cuyas funciones principales son sostener, proteger el cordón medular, permitir la estabilidad corporal y ser el centro de gravedad del cuerpo humano. Es una estructura compleja conformada por 33 vértebras que están separadas entre sí por discos fibrocartilagosos. Según su localización tenemos 7 cervicales, 12 torácicas, 5 lumbares, 5 sacras y 3-4 coccígeas. Presenta además cuatro curvaturas fisiológicas las cuales son (4,13,29):

- Lordosis cervical: curvatura de concavidad posterior.
- Cifosis torácica: curvatura de concavidad anterior.
- Lordosis lumbar: curvatura de concavidad posterior.
- Cifosis sacra: curvatura de concavidad anterior.

Para esta revisión nos enfocaremos en las características específicas de la zona lumbar. Las vértebras lumbares cuentan con un cuerpo de tamaño grande, en razón a que en esta zona se encuentra el mayor porcentaje de peso soportado por el cuerpo humano. El agujero vertebral es de forma triangular, las apófisis transversas son largas y delgadas, en las apófisis articulares

encontramos a las caras superiores dirigidas en posición posteromedial, caras inferiores dirigidas en forma anterolateral, las apófisis espinosas son cortas, gruesas, en forma de hacha, y se caracterizan por estar dirigidas en sentido caudal (15,23).

Es útil recalcar el signo del “Perro de Scottie” que hace referencia a la apariencia normal de las estructuras de la columna lumbar cuando se evalúa en las proyecciones oblicuas. En dicha proyección los elementos posteriores dan origen a la silueta del perro en donde su nariz representa la apófisis transversa, el ojo representa el pedículo, la pierna anterior representa la faceta o apófisis articular inferior y las orejas representan la faceta articular superior. Dentro de la silueta del perro es importante evaluar la *pars interarticularis* que es la porción de la lámina entre ambas apófisis facetarias articulares, equivalente al cuello del perro y discontinua en casos de espondilolisis. Figura 1 (15).



Figura 1. Signo del Perro Scottie

La *pars interarticularis*, según Troup, es un puente de unión ósea que presenta una dirección infero-latero-anterior. Posee dos haces de hueso cortical, uno de dirección anterolateral y otro posteromedial. El haz posteromedial es más grueso, y resiste las fuerzas que inciden en él desde las apófisis articulares inferiores. El mayor grosor de este haz sugiere que recibe sobrecargas mayores que las anterolaterales.

Krenz en 1973, realizó un estudio anatómico de la estructura ósea de la *pars interarticularis* de la cuarta y quinta vértebras lumbares, en siete especímenes de edades comprendidas entre 16 y 70 años. Observó dos sistemas lineales de trabeculación: uno anterolateral, desde el margen más inferior del pedículo a la región subcondral del proceso articular inferior; otro posteromedial, desde la región subcondral del proceso articular superior hasta la lámina. Estos dos sistemas lineales de trabéculas son más densos en la parte más estrecha de la *pars*, y la estructura ósea es más robusta cuanto más alejada de esta zona está el arco neural. Observó que el defecto ístmico se desarrollaba a través de la zona más delgada de la *pars*. Este autor se decantaba por la posición en hiperextensión para la producción de la fractura por sobrecarga de la *pars*. La sobrecarga a la cual estaba sometida la *pars* era debida primariamente a fuerzas de cizallamiento aplicadas por los procesos articulares.

Según Farfan, la mayoría de espondilolisis descubiertas presentan el denominador común de tener las apófisis transversas largas. Este factor es curioso y lo menciona, puesto 34 casos de 57 pacientes con lisis tenían esta característica. Este tipo de vértebras tiene poca movilidad articular, y posee un ligamento intertransverso muy corto. Este ligamento impedirá una excesiva rotación y retendrá la flexión con lo que actuará sobre las apófisis disminuyendo el estrés en el pedículo y, por tanto, aumentando el de *pars* a través de los músculos extensores, que aumentará su valor en flexión mucho más rápido de lo normal. Figura 2.

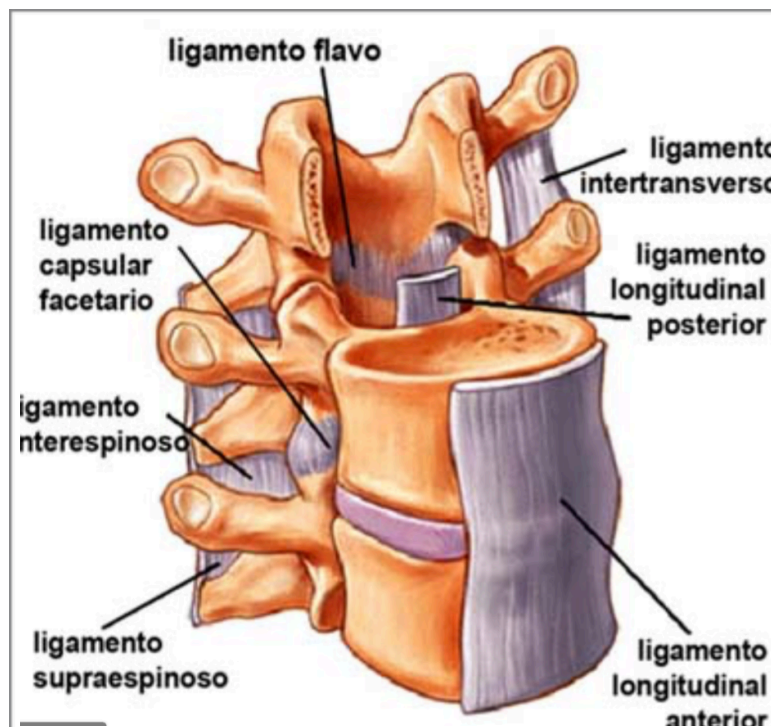


Figura 2. Estructuras ligamentosas a nivel lumbar

Otra de las características importantes a nivel de la anatomía lumbar corresponde a su inervación, lo que explicaría parte de los hallazgos clínicos que se pueden encontrar en esta patología. De cada segmento de la médula espinal surgen dos raíces: una ventral y una dorsal. En esta última se ubica el ganglio dorsal, cuyas raíces emergen por el agujero intervertebral, limitado por pedículo del mismo segmento vertebral, inferiormente, por el pedículo del segmento próximo caudal; anteriormente, por el cuerpo vertebral y el disco intervertebral, y posteriormente, por la articulación superior de la vértebra inferior. El foramen intervertebral lumbar tiene un promedio de 18 a 22 mm de altura y de 7 a 12 mm de ancho. El espacio alrededor del tejido nervioso, tanto en el canal espinal como en el foramen intervertebral, es más estrecho en el hombre que en la mujer, y ello es importante para identificar el dolor de origen compresivo en las raíces que lo atraviesan (4,13).

El ramo primario dorsal en los niveles L1 a L4 se deriva casi en ángulo recto del par raquídeo y transcurre unos 5 mm para luego entrar a través del espacio intertransverso, espacio o foramen descrito por Bradley en 1974, limitado medialmente por la faceta. Lateralmente el ligamento intertransverso y su parte tanto superior como inferior, por las apófisis transversas. Después de atravesar este espacio o inmediatamente después de pasar por este, el ramo primario dorsal finaliza enviando ramas terminales, las cuales varían de acuerdo con el autor (6,8,15). Figura 3.

El ramo primario dorsal de L5 es más grande que las ramas superiores. Esta se ubica en la parte superior de la fisura ósea en la unión entre el ala y la región posterior de la apófisis articular sacro. Cerca de la parte inferior de la apófisis articular, el nervio se ramifica en una rama medial y otra lateral. La rama medial surge frente de la esquina inferolateral de la base de la articulación facetaria más baja, se devuelve para cursar alrededor de la porción caudal de la articulación lumbosacra a la cual inerva y, finalmente, termina en la región muscular de los multífidos. La rama lateral inerva las fibras del longissimus del dorso que surgen de la cara medial del segmento dorsal de la cresta ilíaca, y algunos autores describen una anastomosis con la rama dorsal S1 (11,12,23).

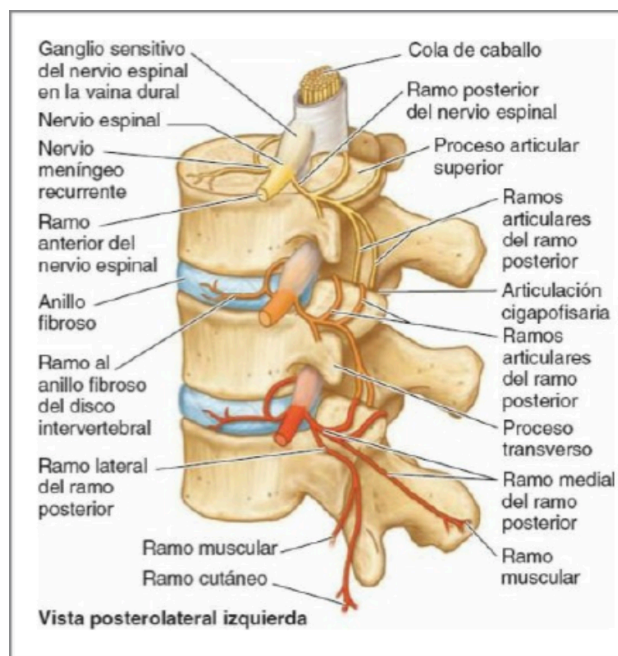


Figura 3. Inervación de la columna lumbar

Estas descripciones anatómicas son de suma importancia para el entendimiento de la biomecánica que caracteriza a la columna lumbar y la hace propensa al desarrollo de la espondilolisis y espondilolistes; además, nos permitirá comprender los hallazgos que podemos identificar durante el examen físico, así como algunas de sus indicaciones quirúrgicas que veremos más adelante.

Biomecánica y fisiopatología

La estática del raquis está condicionada por la morfología de los cuerpos vertebrales, la funcionalidad de los discos intervertebrales, las estructuras ligamentosas y la integridad anatómo-fisiológica de la musculatura existente a dicho nivel que, mediante ajustes reflejos por control nervioso, permite el mantenimiento del equilibrio postural (Sañudo y cols., 1985).

La dinámica raquídea permite la movilidad y orientación del tronco y cabeza en los diferentes planos del espacio. Para ello el raquis debe estar dotado de la suficiente flexibilidad (Hamill y Knutzen, 1995).

A través del pilar anterior el raquis soporta esencialmente fuerzas de compresión, mientras el pilar posterior resiste las fuerzas de tensión. Figura 4. Las funciones de los ligamentos de ambos pilares distan mucho de ser simples medios de unión y refuerzo ya que permiten el movimiento más conveniente minimizando el gasto energético muscular, facilitan una eficaz protección medular y radicular, participan en la estabilidad raquídea actuando en sincronía con los músculos, funcionan como verdaderos refuerzos, bien ante sollicitaciones raquídeas externas o absorbiendo energías en determinados traumatismos.

El pilar estático soporta el 80 % del peso (de los segmentos superiores u objetos que se coloquen sobre ella), y el 20 % restante lo soportan los pilares dinámicos (Kapandji, 1981).

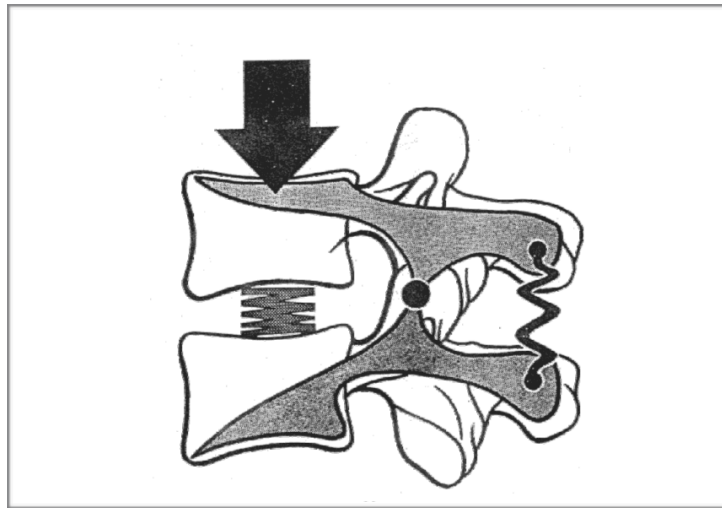


Figura 4. Relación funcional entre el pilar anterior y posterior de una articulación intervertebral
(Kapandji, 1981)

La transmisión de carga a lo largo del raquis en las curvas lordóticas, se produce principalmente a través del pilar posterior y, en las cifóticas, a través del pilar anterior. Los pedículos de las zonas de transición (cérvico-dorsal y dorso-lumbar) resisten importantes fuerzas de tracción. Estas curvas tienen un intervalo de grados considerados normales. Cualquier variación, por exceso o por defecto resulta patológica (Cuadrado y cols., 1993).

Para esta revisión nos vamos a enfocar en la lordosis lumbar que explica por qué esta curvatura fisiológica nos hace más propensos al desarrollo de la espondilolisis.

El raquis lumbar tiene que soportar el peso de los segmentos superiores y del tronco, transmitiendo las fuerzas compresivas y de cizalla a la parte inferior durante la realización de las actividades de la vida diaria (Cholewicki y McGill, 1996). Las carillas articulares y los discos contribuyen en un 80 % a la estabilidad (Miralles y Puig, 1998).

La lordosis lumbar se debe fundamentalmente a la mayor altura de la parte anterior de los discos intervertebrales y por la forma de los cuerpos vertebrales, donde los elementos anteriores crecen más que los posteriores. Según Medina (1992) la lordosis lumbar fisiológica varía su grado y su

forma en función de factores diversos, entre los que destacan el tipo constitucional, orientación del sacro, peso corporal, estado de la musculatura abdominal, tono general físico y psicológico, y la edad, entre otros.

En el raquis lumbar existen determinadas vértebras con un valor funcional manifiesto en la posición erecta. La quinta vértebra presenta una disposición cuneiforme posterior para facilitar la transición entre el sacro y el raquis lumbar. La tercera vértebra desempeña un papel esencial en la estática vertebral por ser el vértice de la lordosis lumbar. Las vértebras lumbares inferiores, en especial L4 y L5 están dispuestas en ángulo inclinado, igual que L5-S1, creándose un componente de fuerza de deslizamiento en estas unidades funcionales. Figura 5 (Cailliet, 1990). Los discos L4 y principalmente L5 son los que más carga soportan de todo el raquis, sufriendo repercusiones con gran frecuencia (Montoliu y cols., 1994). Además, el centro de gravedad del cuerpo se localiza en estos segmentos, dotándole de mayor fuerza cinética.

Especial importancia se atribuye a la articulación lumbosacra, que se sitúa en un plano oblicuo de unos 45° hacia abajo y delante, generando un considerable estrés de cizalla entre L5 y S1, que aumenta conforme más inclinada se encuentre la meseta sacra respecto a la horizontal (Lapierre, 1996). Debido a su disposición anatómica, esta articulación es un punto inestable en la estabilización del raquis lumbar.

Inicialmente dos son las fuerzas que intervienen en la mecánica de aparición de la espondilolisis: la fuerza de gravedad a través del componente peso (W) como resultado de la tendencia de la parte superior del cuerpo, resumida en un punto, de ser atraída por la masa de la tierra, y la fuerza ejercida por los músculos extensores de la columna junto a los ligamentos estabilizadores y fijadores de la misma (F) que actuará como compensadora de la primera para evitar el hundimiento del sistema al mantener una postura. Tomando como referencia la posición anatómica normal, la inclinación anterior del plano del disco intervertebral (DIV) a nivel del sacro con respecto a la horizontal (30° a 40°) y las fuerzas descritas anteriormente; provocarán

estrés a nivel de las apófisis articulares, este dado por una fuerza axial de compresión (C) dado por la resistencia del DIV, y una fuerza cizallamiento anterior (S). Figura 6 (7,11,17).

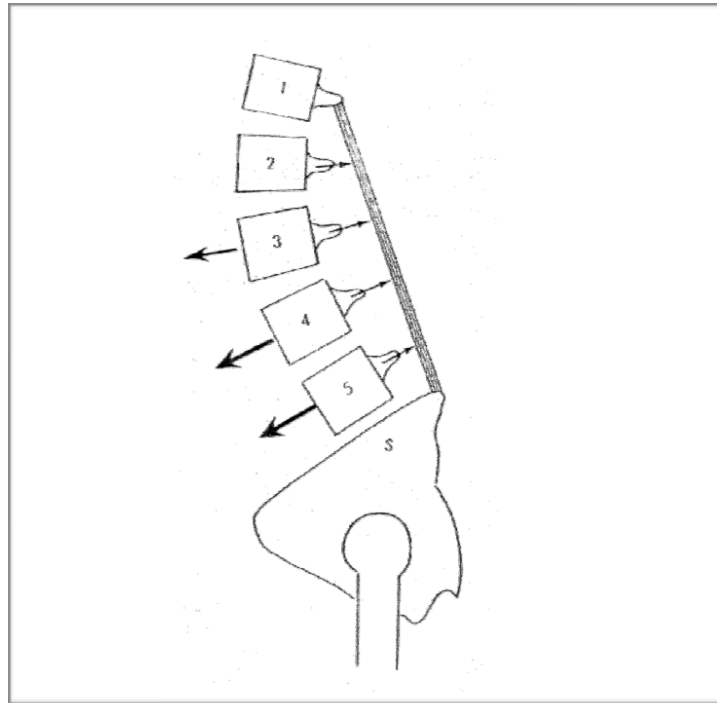


Figura 5. Disposición angulada de las vértebras lumbares inferiores (Calliet,1990)

Conociendo las fuerzas que actúan favoreciendo la aparición de la espondilolisis, podremos poner en relación las características mecánicas con las anatómicas. Dependiendo del grado de inclinación del DIV a nivel de L5, o de la aplicación de fuerzas músculo-ligamentosas variará el valor de cizallamiento o compresión. Ello puede ser explicado a partir del concepto de Momento de fuerza aplicado a nivel de las fuerzas de cizallamiento anterior y las fuerzas de compresión descritas. Se entiende entonces que la compresión de las facetas articulares principalmente en los movimientos de hiperextensión de la columna lumbar, que contribuyen al cizallamiento anterior, finalmente inducirá tensión a la *pars*. Figura 7 (11,21).

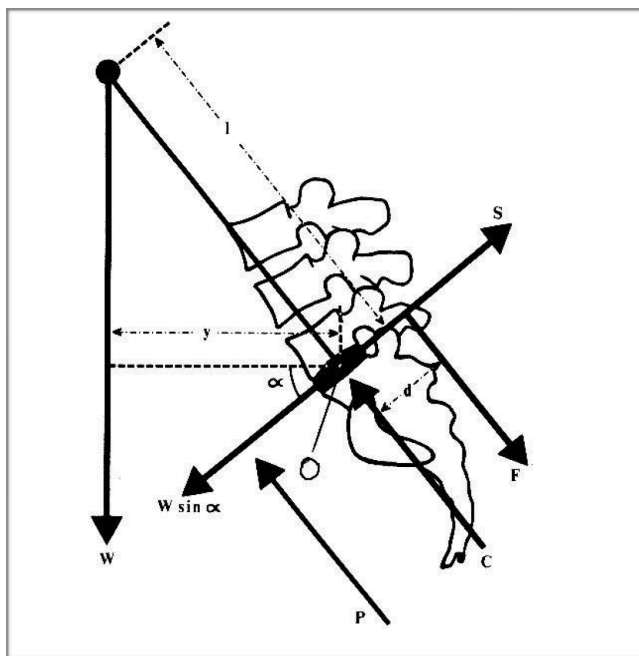


Figura 6. Fuerzas sobre la articulación lumbosacra. F es el vector de la fuerza ejercida por los extensores del tronco y ligamentos. W es el componente peso del cuerpo superior del sujeto con su cizallamiento y compresión. C es la fuerza axial de compresión. S es la fuerza de cizallamiento anterior. Alfa es el ángulo entre la paralela al DIV por donde pasa el vector de cizallamiento y la horizontal al suelo. O es el centro de la articulación lumbosacra.

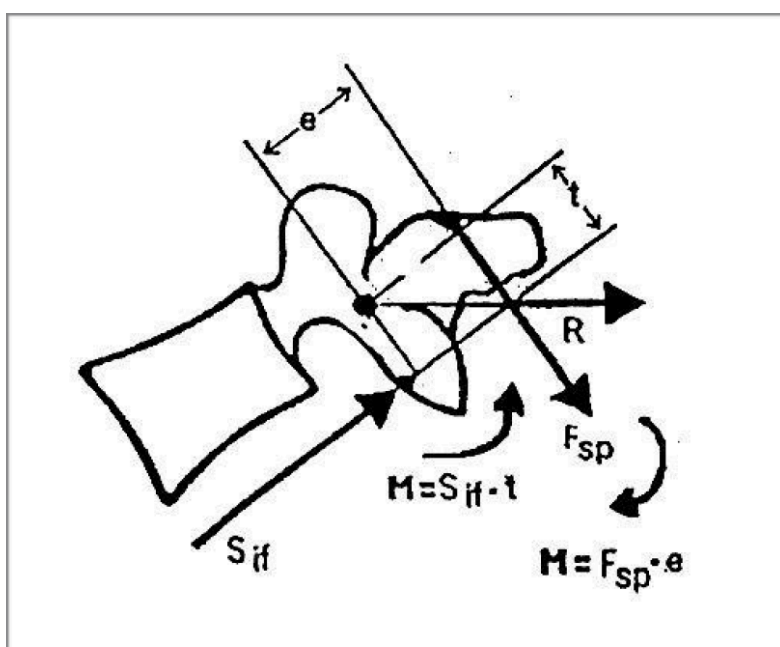


Figura 7. Momentos sobre el arco neural lumbar. $M=Sif.t$ es el momento de resistencia a la compresión sobre las carillas articulares transversas que produce tensión anterior a nivel de la *pars*. $M=Fsp.e$ es el momento, opuesto al anterior, creado a partir de la fuerza ejercida sobre la apófisis espinosa por los músculos extensores y ligamentos.

Alexander (1985) cita textualmente “la lesión aparecerá en atletas que practiquen actividades con cargas pesadas sobre la columna en hiperlordosis”. Él analiza la mecánica de las fuerzas en extensión centrando el punto de aplicación del juego de momentos de fuerza en el cuerpo vertebral. Piensa que dado a que el brazo de fuerza correspondiente al momento de los extensores y ligamentos es menos que el brazo de fuerza que une al centro del cuerpo vertebral con la línea que pasa por el centro de las masas de la parte superior del cuerpo, la fuerza que deberá imprimirse en el primer momento deberá ser muy superior a la segunda para mantener el cuerpo en posición extendida. Al estar los músculos extensores insertados en parte en las apófisis espinosas y transversas se deberá de realizar una excesiva tensión en el arco neural, conduciendo a la espondilolisis. La acción de los músculos abdominales contribuirá en cierta manera a contrarrestar este esfuerzo a modo de sólido cilindro liberando un tanto la acción de los extensores (7,11,17,21).

Es razonable pensar que habitualmente la espondilolisis es causada por una excesiva sobrecarga mecánica sobre una espina, sin embargo, la misma puede encontrarse predispuesta al fallo de la *pars* debido a una debilidad heredada, por lo cual es importante determinar si existen otros factores de riesgo para el desarrollo de la LS y no únicamente el mecanismo de hiperextensión en sí mismo.

Epidemiología

La espondilolisis y espondilolistesis lumbar son de las causas más comunes de dolor lumbar en niños mayores de diez años (24). La prevalencia de la espondilolisis en la población general es de un 6 % aproximadamente. Varios reportes muestran una mayor incidencia en deportistas que en la población general. Sin embargo, el estudio realizado por Soler, et al., en el que se examinaron a 3152 atletas de elite, se observó una prevalencia de 8.02 %. En el mismo estudio, al desglosar por deportes, se observó que hay deportes con mayor prevalencia de la enfermedad, siendo estos, los deportes de lanzamiento (jabalina, disco, martillo y bala), remo, gimnasia y halterofilia. Además, se pesquisó que del total de pacientes con espondilolisis, un 30 % presentaban algún grado de espondilolistesis, siendo significativamente mayor en mujeres (40.96 %) que en hombres (25.28%) (2,16,24).

La ubicación más frecuente es en L5 (84.29 %), debido a que es la vértebra sujeta a mayor carga dinámica y estática durante las actividades diarias y deportivas. La segunda vértebra frecuentemente afectada es L4 (11 %). Se describen casos en vértebras de transición y también en cervicales. Sin embargo, estas últimas son anecdóticas (2,16).

Actualmente podemos encontrar estudios detallados en grupos etarios que evidencian estadísticas considerables de la alta prevalencia de esta patología en la población joven. Por ejemplo, en el estudio realizado por Akihiro Nitta et al., el diagnóstico de espondilolisis lumbar fue realizado en el 40 % de una población pediátrica de 264 pacientes que se presentaron con dolor lumbar. De estos pacientes, 60 % eran de primaria, 30 % “junior high school” y 30 % de “high school”. Incluso lo podemos comparar con el estudio publicado por Fredrickson et al., donde sus pacientes incluían una población asintomática, que reporta una incidencia de 4.4 % de espondilolisis a los seis años y un 6 % en la edad adulta, lo que indicaría que el 73 % de todos los pacientes con espondilolisis pueden ser identificados a la edad de seis años. Figura 8.

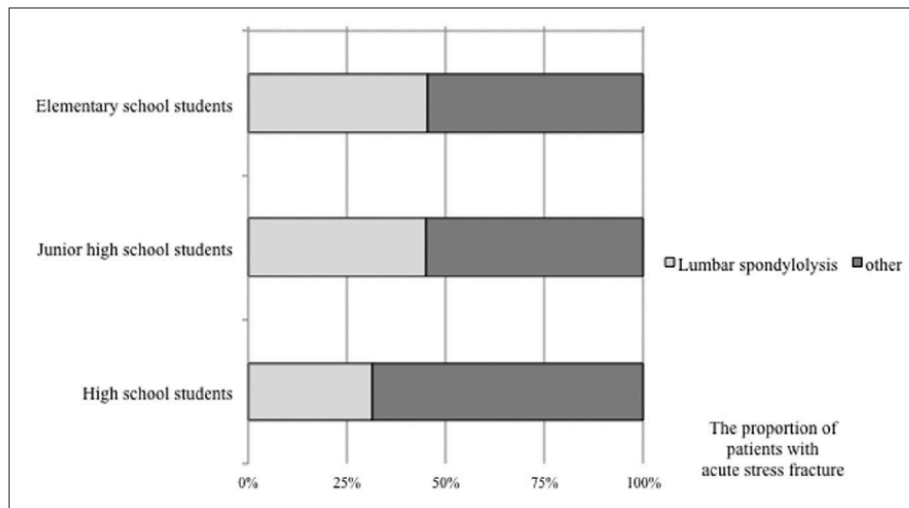


Figura 8. Proporción de casos de espondilolisis sintomática vs. otros diagnósticos por edad. En pacientes pediátricos con lumbalgia persistente, espondilolisis lumbar fue identificada en un 45.5 % primaria, 45.1 % “junior high school” y 31.5 % en “high school”.

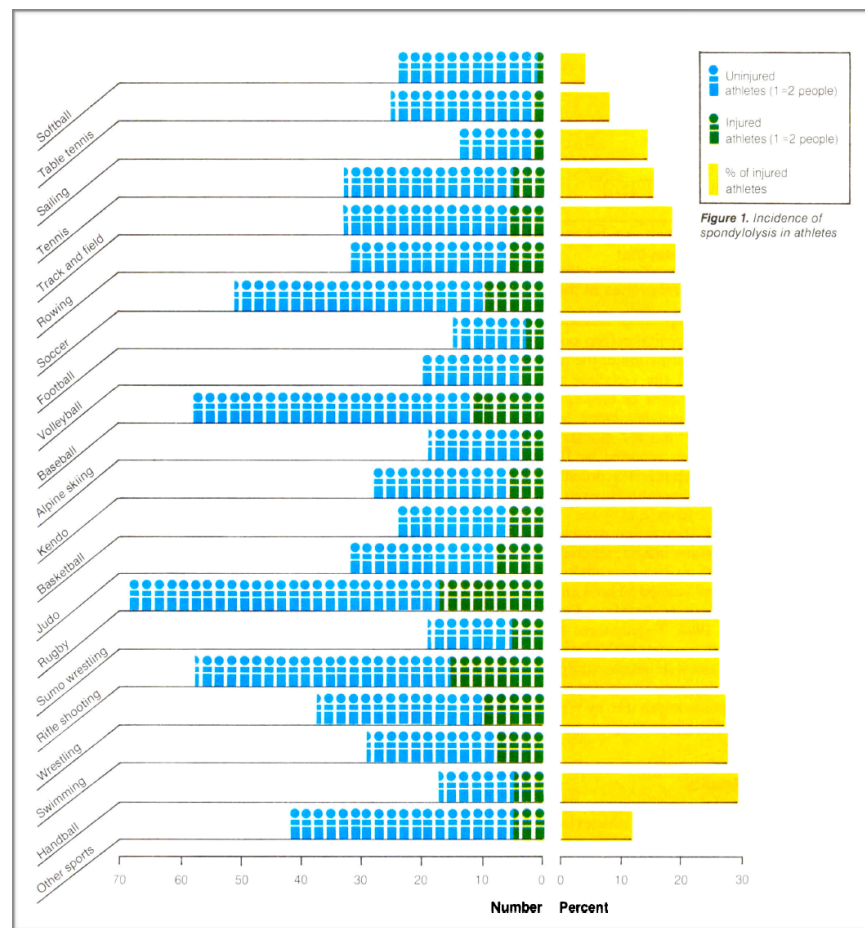
Factores de riesgo

● *Tipo de actividad deportiva*

Las lesiones de la *pars*, características de la espondilolisis, no aparecen hasta después del nacimiento como hemos venido mencionando; a menudo surgen en niños y adolescentes que durante su desarrollo aplican una carga deportiva a la columna vertebral y debido a que los elementos posteriores de la columna no se osifican completamente hasta los veinticinco años de edad, vemos entonces una sobrecarga en los mismos. Tasas particularmente altas de espondilolisis se encuentra en gimnastas, remeros y deportes de lanzamiento. Además, la tensión de los isquiotibiales ha sido tradicionalmente asociado con la presencia de defectos de *pars* (22).

Hoshina realizó un estudio radiológico a 677 pacientes deportistas de categoría colegial y universitaria entre 1970 y 1978; encontró defectos espondilolíticos del arco neural en 140 de ellos (20.68 %). En el siguiente cuadro se detallan los veinte deportes comúnmente practicados por estos pacientes.

Figura 9.



En el estudio de Shiro Sugiura et al., reportan una prevalencia de espondilolisis en atletas 3 a 4 veces mayor que en la población general, con lo que resalta la relación causa-efecto existente entre los deportes y la patología en estudio. En su revisión con 77 adolescentes menores de 18 años, estos fueron los resultados según el tipo de actividad deportiva realizada: fútbol 15/17 (88.2 %), atletas/corredores 9/9 (100 %), béisbol 7/17 (41.2 %), básquetbol 4/9 (44 %) y vóleybol 2/7 casos (28.6 %).

Otro estudio (publicación pendiente) realizado en Chile 2019 en la Clínica MEDS, analizó 37 pacientes con diagnóstico de espondilolisis donde el 100 % realizaban algún tipo de actividad deportiva y la distribución era la siguiente (Figura 10).

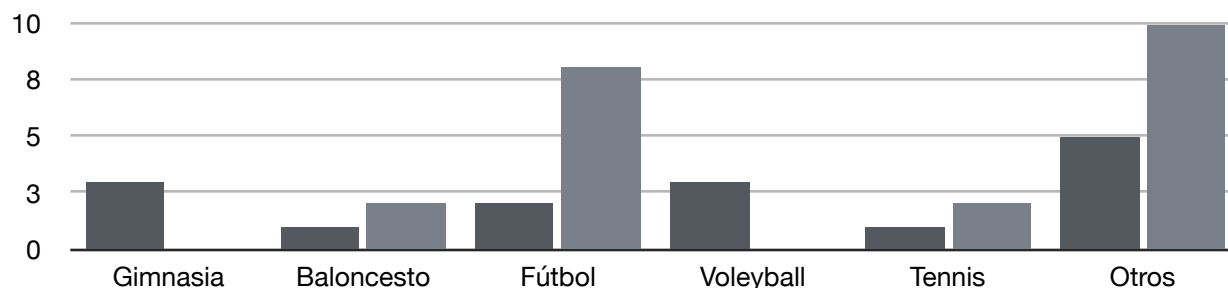


Figura 10. Distribución por tipo de actividad deportiva. Gris Oscuro= Mujeres / Gris claro = hombres

Podemos entonces evidenciar que la espondilolisis al considerarse una lesión por estrés o sobreuso; estos deportes con movimientos de hiperextensión y/o de rotación repetitivos provocarían micro traumas en la *pars* articular. No es frecuente que la lesión se produzca por un trauma directo. Sin embargo, estos mecanismos repetitivos por sí solos no son suficiente para producir la lesión (12). Existen otros factores que predisponen a esta patología que iremos delimitando.

● *Tiempo de actividad deportiva*

Tenemos claro que el tipo de actividad deportiva influye directamente sobre el desarrollo de la espondilolisis, sin embargo, en la actualidad no se ha encontrado alguna publicación sobre estudios que identifiquen si existe alguna relación no solo con el tipo de actividad sino con el tiempo que invierte el atleta en la misma, y surge la pregunta: ¿Por qué no en todos los deportistas con actividades de hiperextensión y rotación se les desarrolla una espondilolisis? Bueno parte del objetivo en esta revisión es ir vislumbrando esos otros factores de riesgo que pueden ser condicionantes de esta patología.

En la Clínica MEDS, Santiago de Chile, actualmente se encuentra en proceso de publicación una revisión realizada a 37 pacientes atletas con diagnóstico de espondilolisis, donde se identificó según un gráfico de dispersión una tendencia a que la mayoría de los pacientes se encontraban entre las 6 y 12 horas de entrenamiento semanal y con predominio de los 13 a los 17 años. Figura 11. Esto nos podría ir dando una orientación hacia cuales pacientes se encuentra en mayor riesgo de desarrollar una espondilolisis y crear mecanismos de prevención de la misma. Sin embargo, saltar a conclusiones sería muy precipitado ya que se necesitan muchos estudios y con muestras más amplias para determinar esta relación causal.

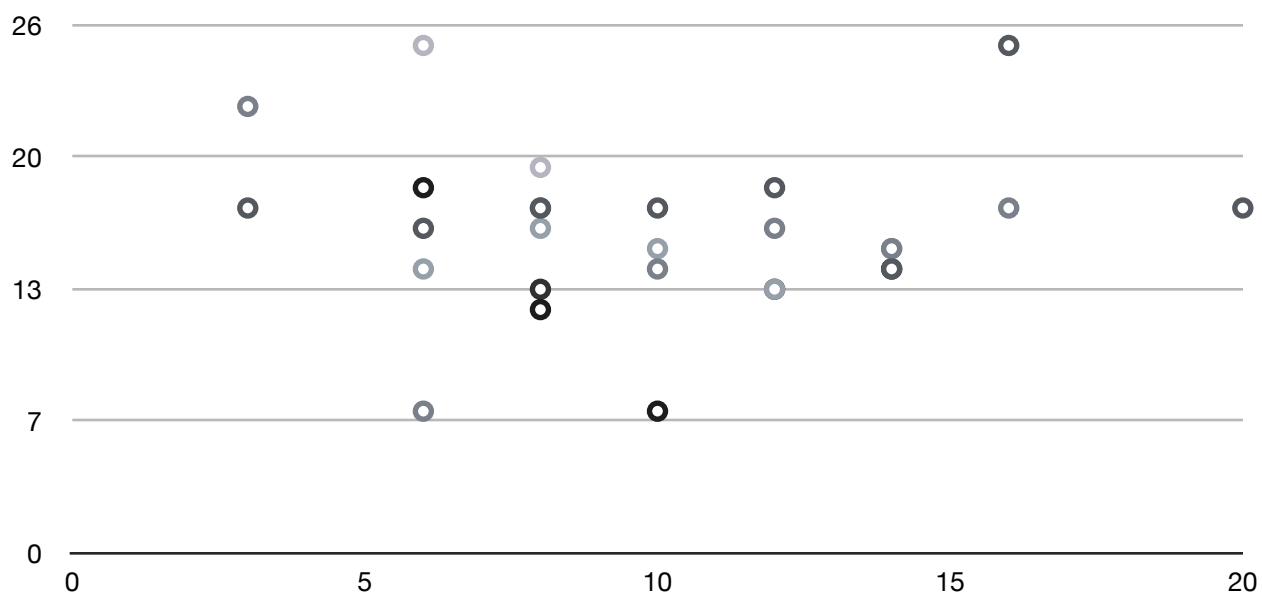


Figura 11. Gráfica de dispersión. Relación edad (eje “Y”) y horas (eje “X”) semanales dedicadas a la actividad deportiva

● *Condiciones médicas asociadas*

A. Espina bífida oculta

La EBO es una anomalía en la formación de la parte posterior del arco neural. Incluso se ha descrito como una variante anatómica relativamente común, que se identifica aproximadamente en el 22 % de una población, en edad de 2 meses a 98 años. Otros informes de su prevalencia

varían del 1 % al 50%, probablemente debido a la disminución de la prevalencia con la edad, como resultado de la formación de nuevas osificaciones o calcificaciones consecuencia de procesos de envejecimiento o degenerativos. La condición es dos veces más común en hombres que en mujeres. Los sitios más comunes son S-1 solo o S-1 y S-2 juntos. Los defectos aislados en L-5 o S-2 son raros (23,32).

Fidas et al., revisaron 2707 radiografías de pacientes con EBO donde encontraron que estos defectos pueden caer en cuatro patrones generales:

- 1) *Defectos mínimos*: Se consideran defectos menores a 2 mm que no necesariamente cruzan completamente la altura del arco. Figura 12.
- 2) *Entrecruzamiento*: en este grupo la lámina en la Rx AP aparece traslapada en vez de unida y tiene una configuración y dirección anormal. Figura 13.
- 3) *Simétrico*: Defecto en línea media, mayor a 2 mm con una lámina anormal simétrica o ausente. Figura 14.
- 4) *Asimétrico*: Defecto grande que no se encuentra en línea media, lámina de tamaño variable y configuración/dirección anormal. Figura 15.

Los defectos mínimos universalmente suelen no ser considerados como espina bífida oculta, siendo en muchas ocasiones clasificado como una pequeña barra o un cartílago no osificado. Sin embargo, su inclusión se encuentra justificada debido a que patologías como la médula anclada pueden ocurrir a través de estos defectos tan pequeños, haciendo su hallazgo relevante y condicionante para otras lesiones (9).

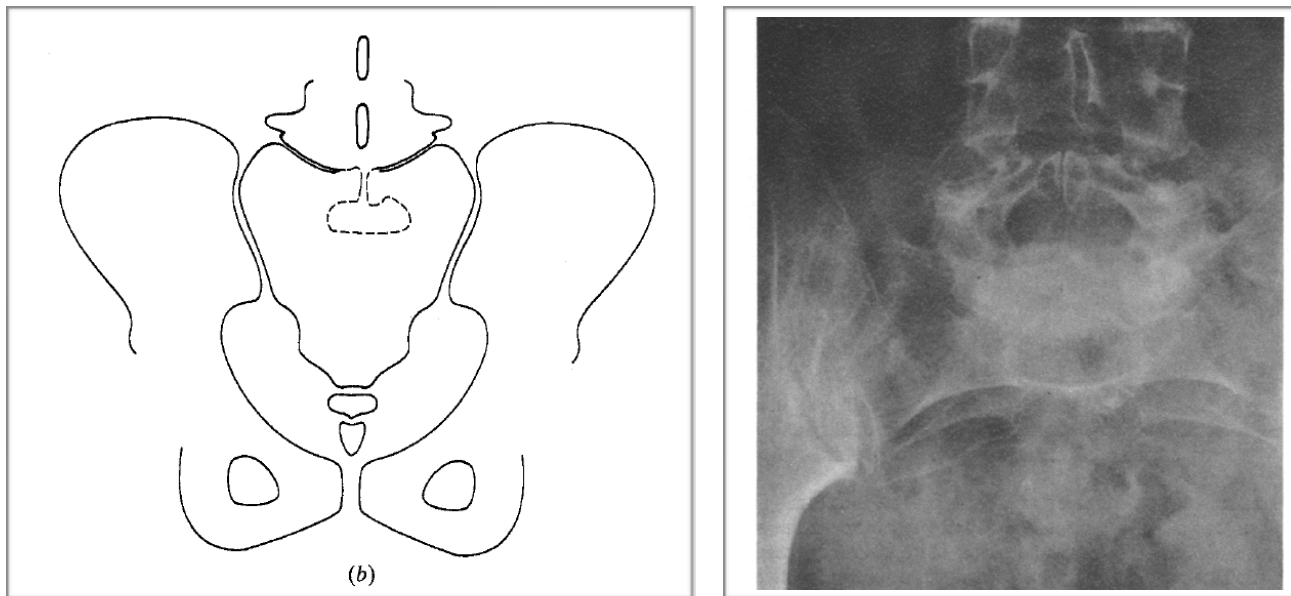


Figura 12. Defecto mínimo del proceso espinoso de L5

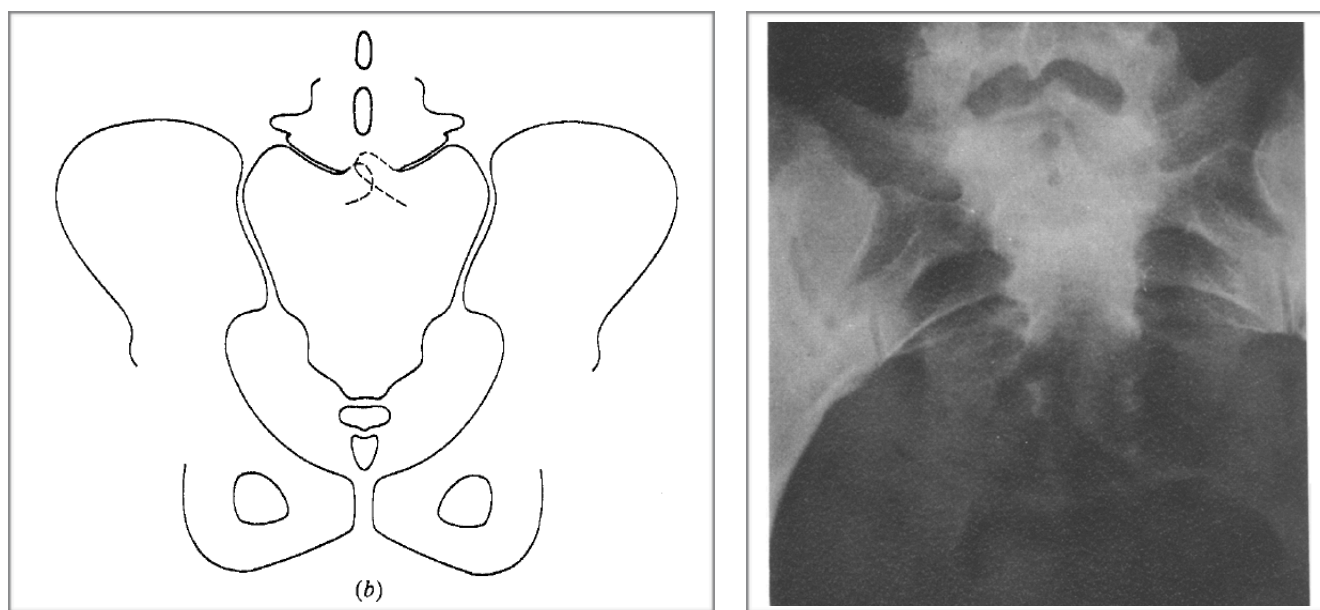


Figura 13. La columna lumbar evidencia un entrecruzamiento de la lámina de S1. Nótese la dirección anormal de la lámina

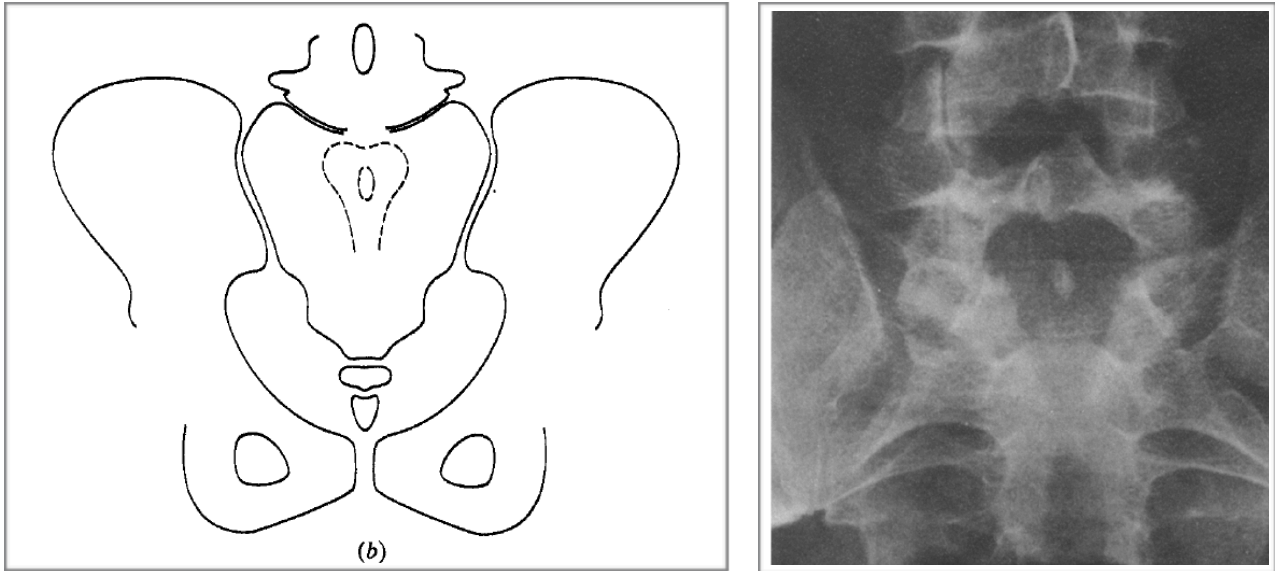


Figura 14. Amplio defecto simétrico de S1 y S2. Un fragmento residual de hueso se encuentra en línea media

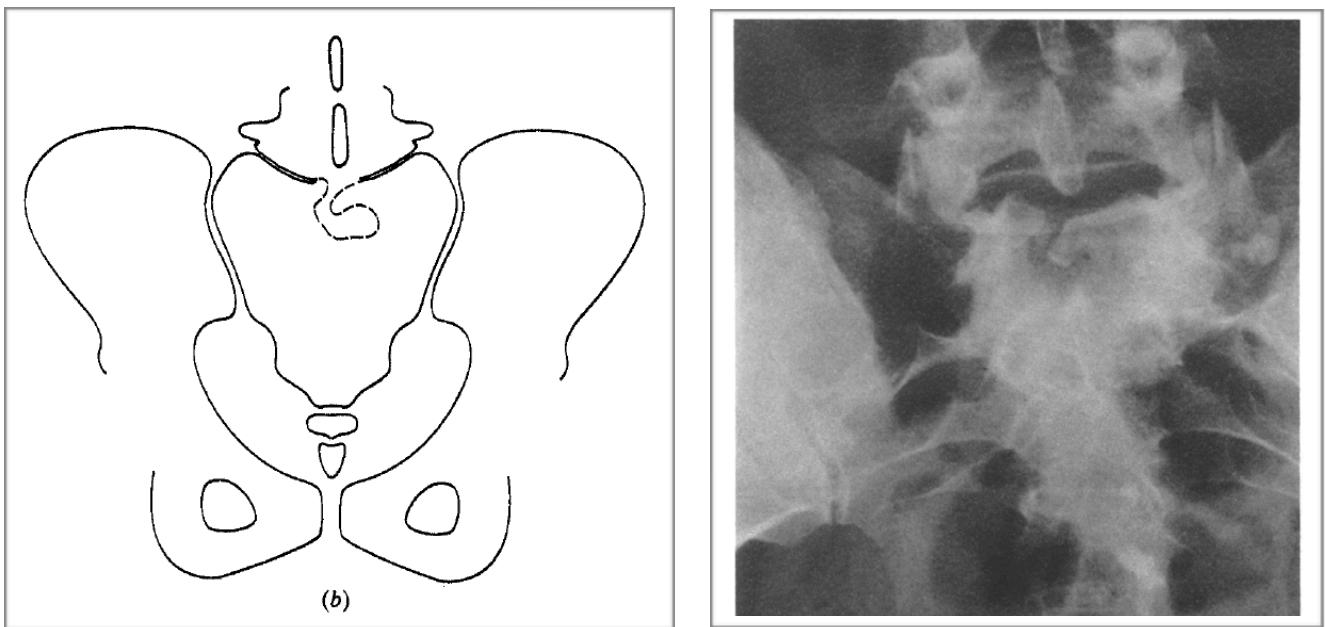


Figura 15. La columna lumbar muestra un defecto asimétrico en S1. Nótese la dirección anormal de la lámina

Entre esas otras lesiones encontramos la espondilolisis; numerosos estudios han identificado la asociación de LS con EBO, con una prevalencia que va desde 1.2 % a un 50 %, aumentada en pacientes jóvenes. Incluso debido a que muchos pacientes con estas patologías cursan asintomáticos, se han realizado estudios imagenológicos al azar para determinar su relación. Este es el caso del artículo publicado en el EuroSpine Journal por Urrutia et al., donde estudiaron 228 pacientes a nivel Latinoamericano entre los 4 y los 15 años con TAC de abdomen y pelvis por causas no relacionadas a la columna y obtuvieron una prevalencia de espondilolisis de un 3.5 % y una prevalencia de EBO de un 41.2 % predominantemente en hombres. La mayoría de los pacientes asociaban el defecto de la *pars* a nivel de L5 y el defecto posterior a nivel lámina S1. Incluso se tomaron en cuenta que todos los pacientes nacieran después del año 2000 donde se aprobó el programa de fortificación con ácido fólico en mujeres embarazadas para disminuir el riesgo de defectos de cierre del tubo neural (33).

B. Pinzamiento femoroacetabular

Determinar el origen de dolor a nivel lumbopélvico-cadera es un reto que requiere la consideración de múltiples caminos diagnósticos. En adultos, el dolor axial de columna lumbar es atribuible a cambios degenerativos, hernias de disco intervertebral y estenosis espinal; sin embargo, la fisiopatología del dolor lumbar en adolescentes es muy diferente, encontrándose íntimamente relacionada con los deportes y otras actividades físicas. El dolor origina de la columna lumbar, pero algunas anomalías mecánicas de tipo dinámico en la cadera como el pinzamiento femoroacetabular (PFA), también pueden tener un rol importante en la noxa. Algunos patrones de movimiento compensatorios debido a la constricción de la cadera pueden también contribuir a la lesión lumbopélvica (1,22).

El PFA se clasifica en origen femoral (CAM), origen acetabular (PINCER) o de tipo mixto. El pinzamiento tipo CAM es mucho más común en varones. Ambos procesos limitan la flexión de la cadera y la rotación interna, que dan como resultado cambios en las fuerzas musculares que actúan a nivel de la columna lumbar, articulación sacroilíaca y sínfisis del pubis; se ha

documentado, que esta disminución de los arcos de movilidad en cadera, predisponen a adolescentes que realizan actividades deportivas que envuelven la rotación del tronco y flexo-extensión de cadera a lesiones de la columna como la espondilolisis (22).

Moley et al., estudiaron ocho atletas varones que consultaron por lumbalgia con o sin coxalgia conjunta de más de seis semanas de evolución entre 2009 al 2011; todos atletas de tipo competitivo. El 100 % evidenciaba una disminución en la rotación interna de la cadera a 90° de flexión de la misma y una abducción neutra o dolor en el test FAIR (Flexión - Aducción - Interna - Rotación) en al menos una de sus caderas. La evaluación clínica, junto con la confirmación radiológica demostraron que los ocho pacientes tenían fracturas por estrés de *pars interarticularis* a nivel lumbar entre L4 a S1. Figura 16.

<i>Subject</i>	<i>Age</i>	<i>Sport</i>	<i>FADIR</i>	<i>Internal rotation at 90° flexion</i>	<i>Hip mechanical issue</i>	<i>Spondylolysis location</i>
1	16	Soccer	Positive bilateral	Bilateral 5°	Bilateral cam impingement	Left L4
2	17	Lacrosse, football	Positive right	Bilateral 25° (full range of motion)	Bilateral cam impingement	Left L4, right L5
3	19	Ice hockey, golf	Negative bilateral	Bilateral 0°	Bilateral cam impingement	Right L5
4	15	Lacrosse	Positive right	Right 0°, left 25°	Right acetabular retroversion (pincer impingement)	Right L4
5	16	Basketball	Positive bilateral	Right 10°, left 15°	Right cam impingement	Bilateral L5-S1
6	16	Ice hockey	Positive left	Right 25°, left 10°	Left cam impingement	Left L5
7	16	Tennis	Negative bilateral	Right 5°, left 10°	Bilateral cam impingement	Left L4
8	15	Soccer	Positive right	Right 5°, left 5°	Bilateral cam impingement	Right L5

FADIR, Flexion Adduction Internal Rotation test.

Figura 16. Perfil de los pacientes estudiados por Moley et al.

Por esto es importante en el contexto de un paciente joven con dolor lumbar el realizar un examen físico completo que incluya los arcos de movilidad en ambas caderas, así como test de pinzamiento femoroacetabular con el fin de identificar patologías concomitantes y así brindar el tratamiento adecuado.

Relación con la espondilolistesis

La espondilolisis y espondilolistesis (EPL) lumbar son causas bien establecidas de lumbalgia en la población adolescente y adulta, estas tienen una prevalencia mayor en deportistas. Mientras que la prevalencia de LS puede llegar a ser tan alta como un 63 % en algunas actividades deportivas específicas; la incidencia de espondilolistesis se sugiere se encuentra alrededor de un 6 % a 8 % de esa población, comúnmente se afectan los niveles L5-S1 y L4-L5 (1).

La EPL ocurre cuando hay un defecto bilateral de la *pars* articular que provoca una inestabilidad en el complejo posterior de la vértebra, y hace que el segmento sea hipermóvil, esto conlleva al deslizamiento anterior de la vértebra superior sobre la vértebra inferior. El riesgo es mayor en mujeres y a menor edad del paciente (1, 2). Figura 18.

La clasificación de Wiltse (Wiltse et al., 1976) subdivide la espondilolistesis en cinco categorías etimológicas; ístmica, disilábica, degenerativa, traumática y patológica. De estas categorías, la forma degenerativa es la que prevalece de manera general con la ístmica siendo la más común en individuos menores de 50 años.

Otro sistema de clasificación de la EPL es el sistema Meyerding por imágenes, que describe el grado de severidad del desplazamiento en radiografías lateral de columna lumbar estáticas. Se subdividen en grado I (desplazamiento menor al 25 %), grado II (25 % a 50 %), grado III (50 % a 75 %), grado IV (75 % a 100 %) y grado V o espondiloptosis (más de 100 %), a su vez, las tipo I a III se consideran lesiones de bajo grado y las tipo IV y V lesiones de alto grado. Figura 17.

McGregor et al., 2002, mencionan que el principal problema con la espondilolistesis es el potencial desarrollo de inestabilidad en el segmento, que no siempre ocurre. Para ello se deben completar los estudios de imágenes con radiografías laterales de tipo dinámicas (flexión y extensión) centradas en el segmento en estudio. La inestabilidad traslacional se define como una traslación anormal y/o rotación sobre los ejes x, y, z a nivel tridimensional de la columna (White

y Panjabi, 1978). Los valores de corte reportados para hablar de una inestabilidad estructural se mantienen en debate, sin embargo, varían entre los 3 a 5 mm en la literatura.

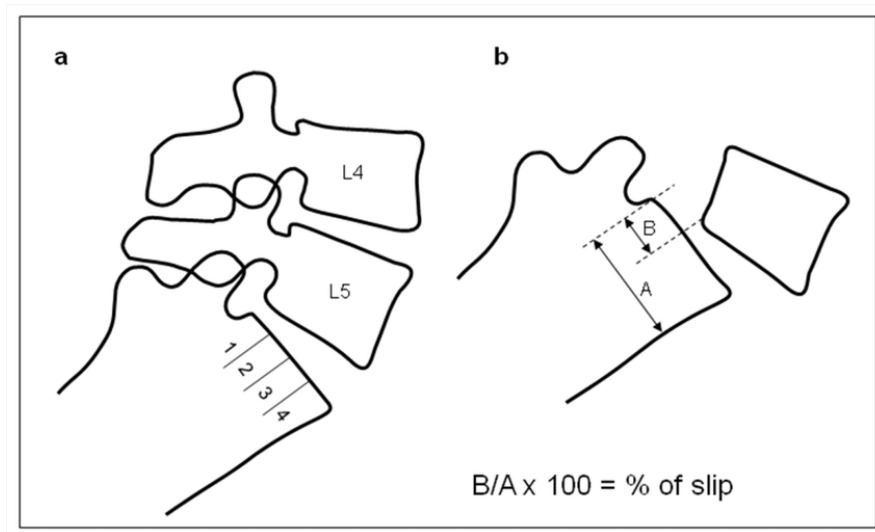


Figura 17. Esquema de graduación de la espondilolistesis según Meyerding

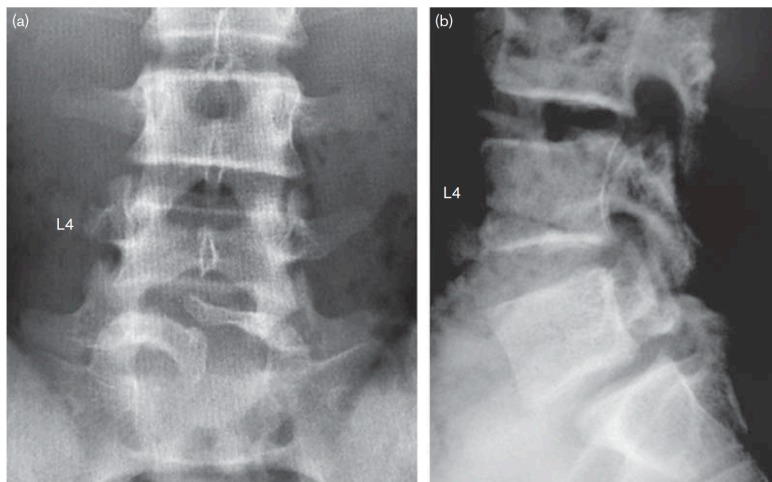


Figura 18. Radiografía Anteroposterior de columna lumbar en paciente con EBO. Evidencia de una espondilolistesis ístmica de L5 con una espondilolistesis L5S1 de 20 %

La mayoría de los pacientes con espondilolisis y espondilolistesis sintomática son manejados conservadoramente de manera exitosa. El manejo quirúrgico se reserva para aquellos atletas con dolor persistente que no responde a un tratamiento conservador adecuado después de seis meses (5).

Clínica

Los hallazgos al examen clínico ofrecen ventajas como indicadores diagnósticos iniciales que pueden guiar a un tratamiento inicial limitando la exposición de los pacientes a riesgos asociados y mayores costos como los estudios de imágenes.

La lumbalgia es ampliamente conocida por ser menos común en niños-adolescentes que en adultos. Sin embargo, en años recientes ha habido un especial interés y conciencia por este grupo etario, especialmente porque la espondilolisis y espondilolistesis son de las causas más comunes de dolor lumbar en pacientes mayores de diez años. El diagnóstico temprano permite una reparación ósea adecuada de la *pars* con un mejor pronóstico para el paciente (24,30). Pero, la mayoría de estos pacientes inicialmente consultan a médicos de atención primaria; los mismos pueden carecer del conocimiento de estas patologías, signos de alarma en el examen físico que dicten la sospecha y finalmente de acceso a modalidades de diagnóstico tipo RMN o TAC por lo que fracturas agudas por estrés podrían pasar desapercibidas (24).

La mayoría de los casos son asintomáticos. Cuando produce síntomas, el paciente consulta por dolor lumbar que aumenta en hiperextensión y cede con reposo. Se debe sospechar siempre en un adolescente deportista con dolor lumbar de tres semanas de evolución. En algunas ocasiones puede tener irradiación a los glúteos o esclerotogena y en un porcentaje menor, irradiación ciática. En este último caso se debe sospechar la presencia de espondilolistesis (1,15).

No existen los test específicos ni sensibles en el examen físico que orienten al diagnóstico de la espondilolisis. En la inspección se debe buscar estigmas de espina bífida oculta. Clásicamente, se

describe la prueba “Hiperextensión en una pierna” (one legged hyperextension test), sin embargo, presenta bajo poder de discriminación, reportándose especificidad de 45 % a 67 % y sensibilidad de 50 % a 55 %. Otro hallazgo, es un falso test elevación pierna extendida (TEPE) o pseudo Lasegue por acortamiento de isquiotibiales (1, 2,16).

El test de hiperextensión en una pierna se realiza con el paciente de pie, de espalda al examinador, se le pide que se sostenga en su pierna izquierda, levante la derecha con la cadera de ese mismo lado en leve flexión y la rodilla derecha en flexión de 80 grados. Luego se le solicita que extienda de manera activa la columna lumbar; luego lo repare del lado contralateral, documentándose la respuesta sintomática de ambas pruebas. Se considera un signo positivo cuando el paciente refiere dolor durante el procedimiento (1,24,30). Figura 19.

En el caso de las espondilolistesis se utiliza también la palpación de los procesos espinosos lumbares, que consiste en la aplicación de una presión firme y sostenida sobre todos los procesos espinosos lumbosacros con la punta del dedo mientras lo desliza desde la región lumbar superior hasta el sacro en búsqueda de la presencia o ausencia de “gradas” de los procesos. La sensibilidad y especificidad reportada es de 60 % y 87 % respectivamente, para el diagnóstico de espondilolistesis lumbar confirmada con radiografías laterales (15,16).

Shiro et al., evaluaron 77 pacientes adolescentes (53 hombres y 24 mujeres) con lumbalgia de un mes de evolución pero que no demostraban cambios a nivel de radiografías simples. El dolor fue estratificado con la escala visual análoga (EVA) de 0-10 y el ODI (Oswestry Disability Index), adicionalmente la EVA se valoró también durante el movimiento, sedestación y bipedestación con el fin de elucidar características especiales del dolor en pacientes con espondilolisis. Demostraron que de manera general es difícil diferenciar una espondilolisis aguda de otros desórdenes lumbares con solo los hallazgos al examen físico sin complementarlo con estudios de imágenes. Sin embargo, encontraron que pacientes con LS tenían puntuaciones de EVA mucho más altas durante la movilización que al estar de pie o sentados, lo cual, aunque no da un

diagnóstico específico, si enciende una señal de alarma para complementar con estudios de imágenes que al final son el estándar de oro para esta patología (37).



Figura 19. Test de hiperextensión en una pierna

Estudios de imagen

La fisiopatología de la espondilolisis envuelve una forma de pseudoartrosis causada por fracturas por estrés de la *pars articularis*. Es posible prevenir que dichas fracturas progresen a la LS al promover una cicatrización ósea. Por lo tanto, el diagnóstico temprano es vital para el tratamiento de las mismas, así como cualquier fractura por estrés a nivel de extremidades (16).

Los estudios de imagen iniciales en el diagnóstico de espondilolisis lumbar han sido típicamente las radiografías de columna lumbar en proyección lateral y oblicuas, pero en muchas ocasiones la espondilolisis puede pasar desapercibida siendo identificable menos del 20 % y amerita complementar con otras imágenes. La tomografía axial de dosis estándar, la gammagrafía ósea y la resonancia magnética terminan haciendo finalmente el diagnóstico (6,8).

En la radiografía simple el defecto de la *pars* articular se observa como una lesión radiolúcida. En etapas tempranas de la espondilolisis el defecto de la *pars* es fino y sin desplazamiento, lo que hace difícil su detección. Aún más, lesiones de estrés como el edema óseo, considerada etapa previa a la fractura, son más difíciles de detectar. Sin embargo, cuando hay un desplazamiento el diagnóstico puede ser realizado mediante esta técnica de manera sencilla (2). En la proyección anteroposterior se pueden observar signos indirectos como esclerosis en el pedículo contralateral y desviación contralateral del proceso espinoso. En las proyecciones oblicuas se debe identificar el clásico “Scotty dog” y buscar la lesión en su “cuello”, el cual corresponde a la *pars* articular (2, 10,20). Figura 20.

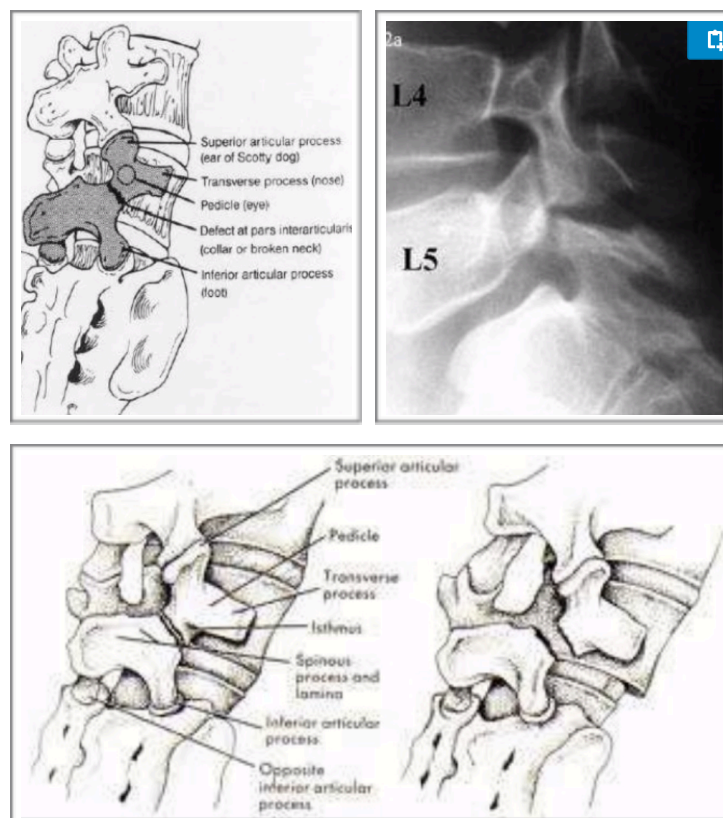


Figura 20. Anatomía ósea y radiológica de la fractura de la *pars* articular

Actualmente no existe un estándar de oro para el diagnóstico de espondilolisis además de la cirugía, pero se han realizado múltiples estudios comparativos sobre las diferentes técnicas de imágenes que guíen hacia una captación temprana de la patología. Fadell et al., realizaron un estudio retrospectivo de 62 pacientes entre los 5 y 18 años conocidos portadores de espondilolisis, de los cuales 47 se evaluaron con radiografías simples y 15 pacientes con TAC de cobertura limitada al eje z lo que disminuye la dosis total de radiación, siendo este uno de los principales inconvenientes del TAC. En la Figura 21 se demuestra que, en la valoración realizada por los observadores, la tomografía computarizada es significativamente mayor para el diagnóstico que las radiografías simples (8,18).

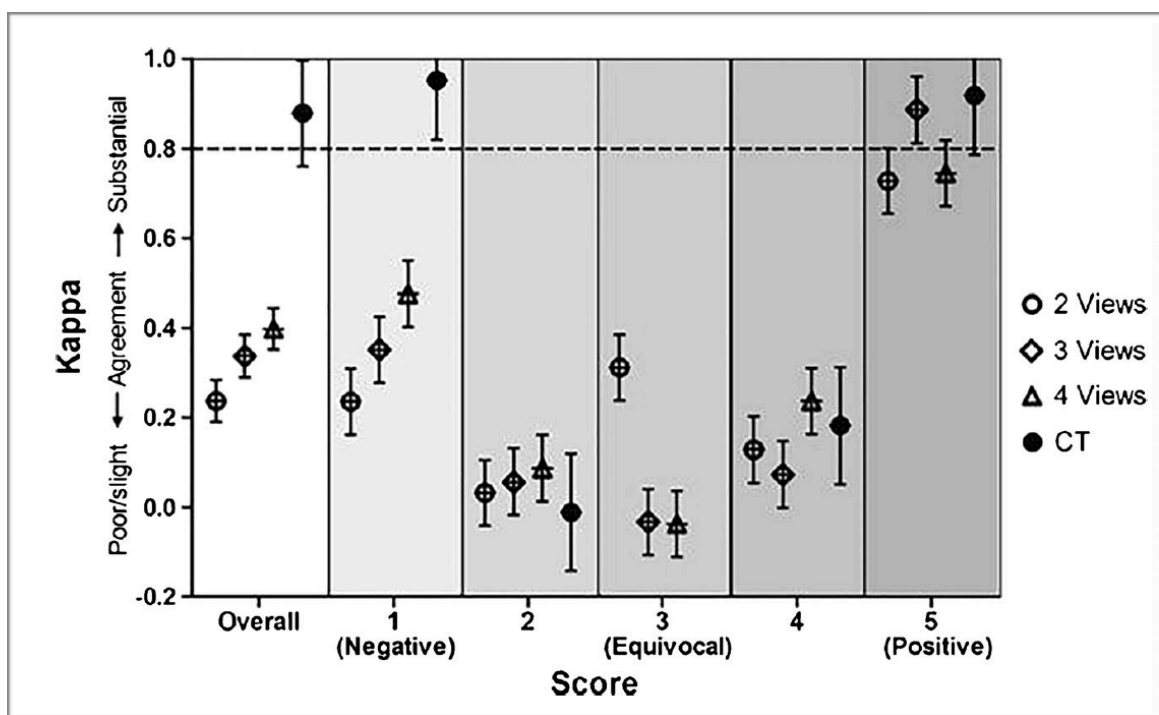


Figura 21. Puntuación Kappa. Radiografía simple vs. TAC dosis limitada

El problema con la tomografía radica en que no es posible identificar una fractura por estrés sin disrupción de corticales, lo cual es importante para definir el manejo y pronóstico. Una fractura con bordes escleróticos y márgenes amplios, indicativa de una fractura crónica, no tiene potencial de regeneración, pero una fractura en fase aguda sí podría beneficiarse de una inmovilización temprana, por ejemplo, pero no podríamos detectar con este estudio (8).

Finalmente, el TAC es de utilidad para el seguimiento del paciente, sobre todo en aquellos casos de tratamiento quirúrgico (2,35).

La detección de edema en médula ósea por resonancia magnética se ha reportado como uno de los hallazgos más importantes para el diagnóstico temprano de las fracturas por estrés. Este edema a nivel de los pedículos lumbares o en la *pars articularis* es un marcador de estadio temprano de fractura por estrés de dichas zonas. Figura 22. Hallazgos similares se han reportado en el sacro. Por lo tanto, la RMN es clave en el diagnóstico de estas lesiones (16). Presenta la ventaja de no asociar radiación ionizante, lo cual es muy importante, principalmente en paciente pediátrico o adolescente. Existe gran variabilidad en la literatura sobre la sensibilidad y la especificidad de la misma. Estudios recientes han demostrado que por resonancia pueden pasar desapercibidos de un 30 % hasta un 64 % de las espondilolisis, mientras que otros estudios han demostrado una sensibilidad tan alta como un 92 %. Este rango tan amplio en la precisión diagnóstica lleva a la necesidad de complementarla con otras modalidades imagenológicas que confirmen el diagnóstico, principalmente si existe una alta sospecha clínica (6).

Grade	Description	MR Imaging Features	
0	Normal	No bone marrow oedema	No cortical abnormality
1	Stress Reaction	Bone marrow oedema	No cortical abnormality
2	Incomplete Stress Fracture	Bone marrow oedema	Incomplete fracture involving inferior cortex
3	Acute Complete Stress Fracture	Bone marrow oedema	Complete fracture involving inferior and superior cortices
4	Chronic Complete Stress Fracture	No bone marrow oedema	Complete fracture involving inferior and superior cortices

Figura 22. Clasificación de las lesiones de *pars* articular por RMN (Hollenberg et al.)

La lesión de la *pars* se observa mejor en las imágenes de T1, en donde se observa mayor contraste entre la intensidad de la médula ósea y el espacio cortical de la *pars* afectada. Las imágenes de T2 permiten establecer lo evolutivo de la lesión; si hay una imagen hipertensa en T2 implica que el defecto es agudo, mientras que una intensidad intermedia implica la presencia de

fibrocartilago, por último, si la señal en T2 es baja implica la presencia de osteofibrosis lo que traduce una lesión crónica (2,33).

Sairyó et al., establecieron cuatro categorías según la intensidad de la señal en T2 en: muy temprana, temprana, progresiva y terminal, esta graduación se correlaciona según el autor con el pronóstico de consolidación, siendo del 100 % en las muy tempranas y de 0 % en las terminales. Sin embargo, el estudio tuvo un número bajo de pacientes en las últimas dos categorías.

West et al., mediante un estudio transversal, de veintidós pacientes niños y adolescentes con diagnóstico de espondilolisis por tomografía por emisión de positrones (SPECT - siglas en inglés); compararon la RMN vs. TAC de dosis limitada y obtuvieron una precisión en el diagnóstico mayor de la tomografía que la resonancia. Específicamente el análisis demostraba una sensibilidad alta (77.3 %) y tasa baja de falsos negativos (22.7 %) de la tomografía contra el 59.1 % de sensibilidad y 40.9 % de falsos negativos de la resonancia (6). Figura 22 y 23.



Figura 22. Tomografía computarizada de la misma paciente diagnosticada con espondilolisis.

Imagen de TAC si evidencia la patología



Figura 23. RMN de una paciente femenina dieciséis años con diagnóstico de espondilolisis. La resonancia no muestra evidencia de la patología

Uno de los avances más grandes en el estudio de las lesiones por estrés radica en el advenimiento de la medicina nuclear, los tres pilares fundamentales de la misma radican en un personal altamente calificado en el manejo de la radioactividad, en los radiofármacos específicos y en el equipo detector. Los radiofármacos de tecnecio-99m proporcionan información molecular importante en todas las ramas de la medicina. Durante más de 50 años se han utilizado detectores de cristales de centelleo de yoduro de sodio activados por talio en las gamma cámaras planares y en las de tomografía computarizada por emisión de fotones únicos (SPECT). Las imágenes

obtenidas representan los cambios funcionales en los órganos, pero no su anatomía. Las gammacámaras se han unido a un equipo de rayos X de tomografía computarizada (CT) para formar un equipo híbrido SPECT/CT. El sistema se acopla a algoritmos y programas de computación para adquirir, procesar y fusionar las dos imágenes y así obtener una imagen en tercera dimensión que muestre la función del órgano y su situación anatómica (33,35).

Muchos estudios sugieren la correlación de las imágenes de radioisótopos positivos usando SPECT con las fracturas sintomáticas de la *pars interarticularis*. Debido a su alta sensibilidad, esta modalidad se considera la herramienta de tamizaje más útil en atletas jóvenes con dolor lumbar y sospecha de espondilolisis. Sin embargo, centros de osificación secundarios, artritis facetaria o neoplasias benignas óseas primarias (como osteoma osteoide o el osteoblastoma) de los elementos posteriores pueden mostrar una captación aumentada del isótopo, lo que se considera como criterio de un SPECT positivo. Por lo tanto, no todas las anomalías en los elementos posteriores por SPECT son fracturas de la *pars* ni todas las fracturas de la *pars* son detectables por SPECT (fracturas crónicas). Por ello la importancia de la combinación de modalidades de imágenes; el uso de TAC concomitante aumenta su especificidad. Este brinda información adicional sobre la morfología, presencia o ausencia de espondilolisis y espondilolistesis. La mayor ventaja de estos estudios es que se pueden realizar de manera híbrida (SPECT/CT) en una misma sesión (8,10,18). Figura 24 y 25.

En conclusión, de manera general, existe una falta de consenso sobre el camino más apropiado en cuanto a la toma de imágenes en este grupo de pacientes, esto por la amplia heterogeneidad en los estudios comparativos. Finalmente se debe tomar en cuenta numerosas consideraciones especiales para escoger la más adecuada; incluyendo dosis radiación, tipo de deporte y su riesgo asociado de lesión de la *pars*, recurrencia, clínica, contexto profesional y disponibilidad de los estudios. King et al., proponen un algoritmo de imágenes que sirva como guía para el diagnóstico de las lesiones de la *pars* en atletas jóvenes (18). Figura 26.

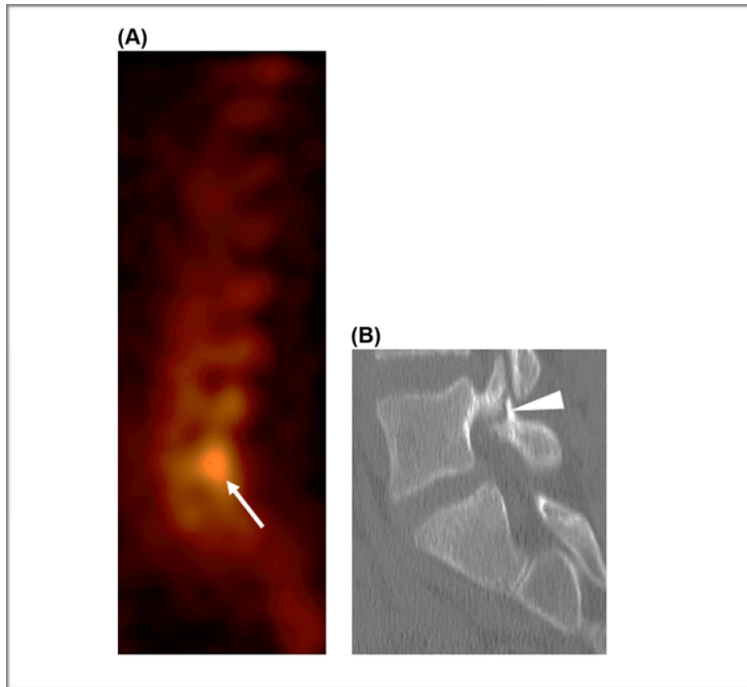


Figura 24. Paciente atleta masculino de catorce años. Historia de dos meses de dolor lumbar izquierdo. Imagen de SPECT con Tc99m-MDP (parasagital derecha) que muestra un aumento de la captación del radiotrazador en la región de la *pars* articular L5 izquierda (A). TAC dosis regular limitado zona lumbar obtenido quince días después con evidencia de la espondilolisis de L5 (B).

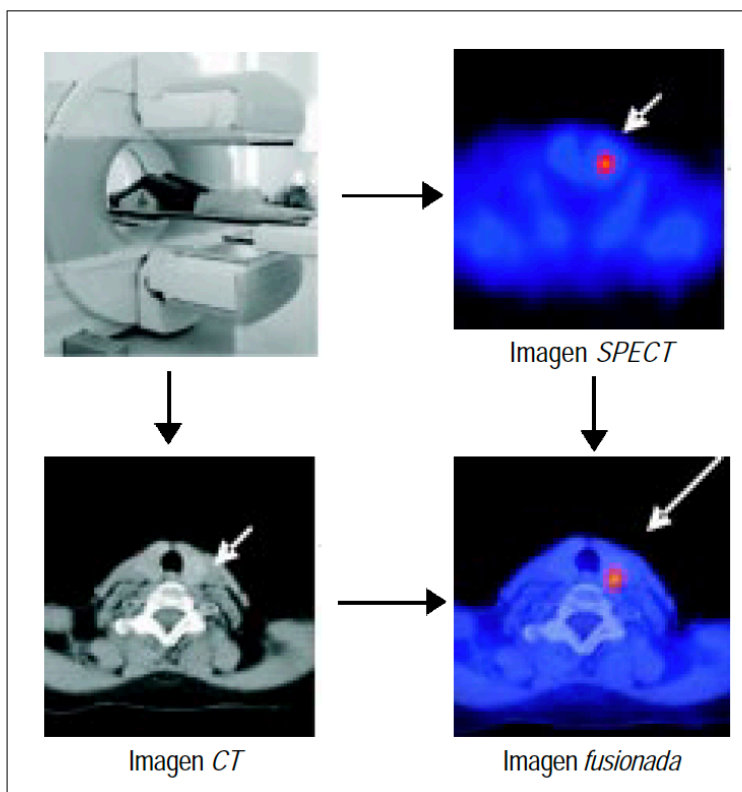


Figura 25. La combinación de las imágenes obtenidas en Medicina Nuclear con imágenes obtenidas en CT rayos-X simultáneamente (técnica conocida como fusión de imágenes) permite una mejor localización de los sitios patológicos y finalmente un mejor tratamiento para los pacientes.



Figura 26. Algoritmo de manejo descrito por King et al., para lesiones de la *pars* en atletas jóvenes

Tratamiento

● *Conservador*

El tratamiento de la espondilolisis inicialmente es conservador, buscando reducir el dolor y facilitar la consolidación ósea. Típicamente requiere el cese de factores agravantes como la actividad deportiva y el uso de un *brace* toraco-lumbo-sacro por 3 a 6 meses. La recomendación inicial es de tres meses por tiempo completo (+ 20 horas al día) sin deporte seguido de tres meses tiempo completo con inicio de la actividad deportiva. Las ortesis que mantienen la lordosis, así como las antilordóticas han mostrado buenos resultados (2,12,22,37).

El objetivo del *brace* es prevenir la movilización en el sitio de la fractura por estrés y así promover la regeneración del defecto. Adicionalmente a la ortesis, el manejo de estos pacientes debe ir acompañado de un programa organizado de terapia física que incluya ejercicios de estiramiento y fortalecimiento, dirigidos a la reducción de la lordosis lumbar con trabajo de CORE y estabilización lumbopélvica, así como el tratamiento de contracturas de isquiotibiales. Sin embargo, respecto al uso de ortesis o fajas, no existen estudios que demuestren los beneficios de su uso, por el contrario, un estudio demostró que los individuos tratados con inmovilización iniciaron con mayor dificultad su plan de fortalecimiento muscular, con lo cual demoraron en promedio un mes más en retornar al deporte (2,5,19,22).

Sakai et al., evaluaron por medio de TAC a 63 pacientes pediátricos con espondilolisis lumbar y los clasificaron en cuatro estadios: etapa muy temprana (reacción de estrés –solo vista por RMN-no línea de fractura en TAC), etapa temprana (fractura visible tipo “hairline” o en fibra de cabello), progresiva (fractura evidente tipo gap) y estadio final o pseudoartrosis; a todos estos pacientes se les dio inicialmente manejo conservador con excepción de los que se encontraban en una estadio final de la patología. Durante el seguimiento les realizaron RMN mensual y cuando esta presentaba una hiperintensidad se complementaba con imágenes de TAC para corroborar la consolidación ósea del defecto en la *pars*; en el momento que había evidencia de

dicha consolidación, se le permitía al paciente suspender el *brace* y volver a sus actividades deportivas originales. En la Figura 26 se desglosan los resultados donde se aprecia una tasa de consolidación desde un 80 % a un 100 % de los casos dependiendo del estadio en que en encuentre (27).

	Very Early (n = 27)	Early (n = 13)	Progressive (n = 11)	Terminal (n = 14)
Number of fractures	36	16	15	19
Bony healing	36	15	12	0
Bony healing rate (%)	100	93.8	80.0	0
Treatment period, mo (range)	2.5 (1-7)	2.6 (1-6)	3.6 (3-5)	NA

Figura 26. Tasa de consolidación, período de tratamiento y tasa de recurrencia con manejo conservador. Sakai et al.

La recurrencia en el manejo conservador se define como una nueva aparición del dolor lumbar con hallazgos de RMN compatibles con un aumento de la intensidad de la señal correspondiente con hipersensibilidad a la digitopresión del proceso espinoso en cuestión. La tasa general de recurrencia en el estudio de Sakai fue de un 26.1 % y todas fueron detectadas en pacientes con estadio muy temprano (reacción de estrés), ni una sola evidenciaba trazo de fractura. Figura 27.

Primary Stage at Diagnosis	Very Early (n = 27)	Early (n = 11)	Progressive (n = 8)	Total (n = 46)
Recurrence	9	1	2	12
Recurrence rate (%)	33.3	8.3	25.0	26.1

Figura 27. Sakai et al. Tasa de Recurrencia con el manejo conservador

- *Quirúrgico*

El tratamiento quirúrgico, generalmente, se reserva para pacientes que no hayan tenido respuesta al manejo conservador, esto se refiere a pacientes que persistan con los síntomas por más de seis meses a pesar de la restricción de las actividades y el uso de *brace*. Se ha reportado también en un 9 % a 15 % de los casos de espondilolisis con espondilolistesis de bajo grado y, aunque poco común, los pacientes que asocien déficit neurológico (6,14).

En 1968 Kimura describió la técnica sin instrumentación colocando injerto óseo en el defecto, esta técnica actualmente está abandonada. En el mismo año Scott agregó al relleno del defecto óseo, el uso de un cerclaje en “8”. Luego en 1970 Buck describe la osteosíntesis directa de la *pars* con tornillo canulado, con una alta tasa de éxito reportándose entre 90 % a 100 %, pero es considerada una técnica que requiere alta habilidad quirúrgica. En 1984, Morscher modifica la técnica de Buck agregando al tornillo a la *pars* articular un gancho a la lámina. De 1998 en adelante aparecen las técnicas en las cuales se utilizan tornillos pediculares para estabilizar el defecto. Figura 28 (2).

En un análisis de la literatura en el cual se incluyeron nueve estudios, uno de ellos prospectivo, totalizando 84 atletas y 279 no atletas, se concluye, que a menor edad el éxito del tratamiento con reparación directa de la *pars* es mayor, siendo la edad de corte a los veinte años. Desde la técnica de Buck hacia adelante las tasas de éxito presentan resultados similares.

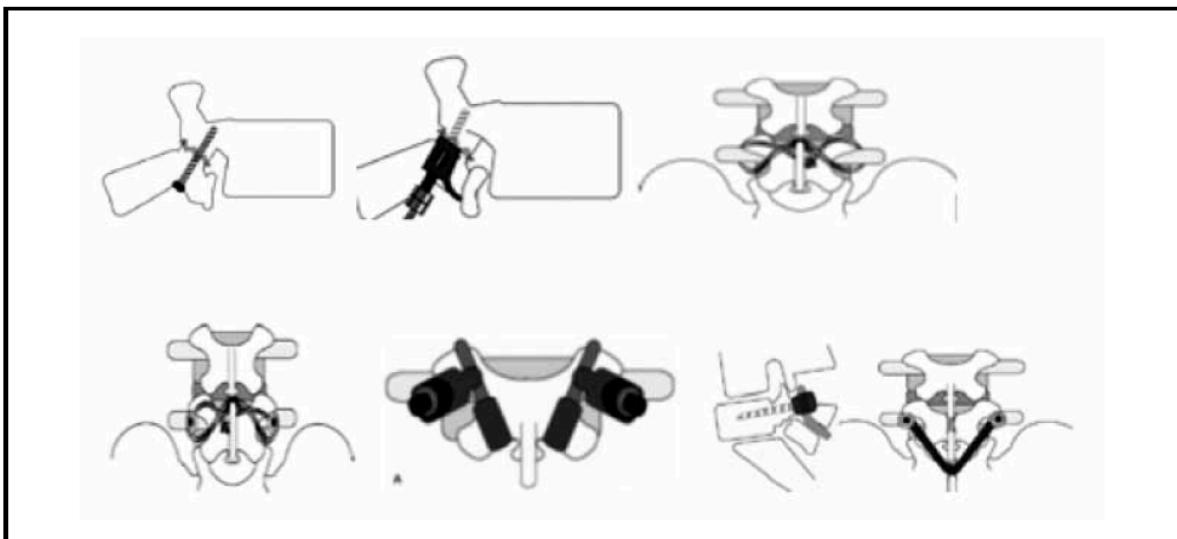


Figura 28. Esquema de las técnicas quirúrgicas disponibles. De izquierda a derecha y de superior a inferior: Buck, Morscher, Scott, Songer, tornillos pediculares más ganchos a la lámina y tornillos pediculares más gancho en “V” (2).

Sin embargo, la fusión posterolateral L5-S1 instrumentada *in situ* con autoinjerto de cresta ilíaca sigue siendo el estándar de oro para el tratamiento de pacientes con espondilolisis sintomática de L5. Los protocolos postoperatorios varían ampliamente desde no inmovilizar al paciente hasta el uso de ortesis lumbosacra con inmovilización unilateral de la cadera (18,22).

La reparación del defecto de la *pars* articular se recomienda en adolescentes o adultos jóvenes con espondilolisis de L4 o niveles superiores y que cuenten con disco intervertebral sano. Muchas técnicas se han descrito para la reparación directa, incluyendo las técnicas ya mencionadas de alambrado de Scott, constructos asa-alambre, tornillo interfragmentario translaminar (i.e., Buck) y constructos de tornillo transpedicular con gancho e injerto óseo (2,27,31). Figura 29.

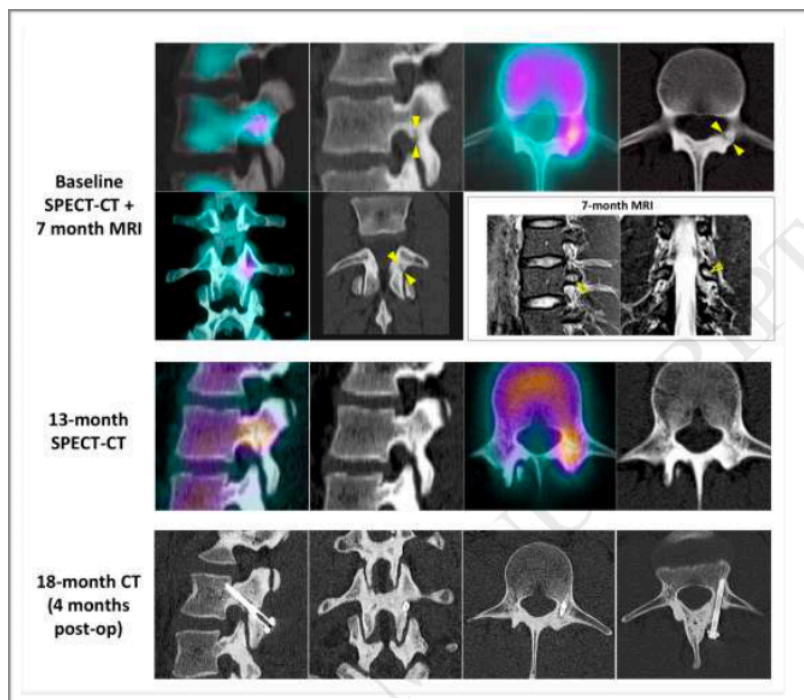


Figura 29. Evolución de fractura aguda de la *pars* articular L3 izquierda. Paciente femenina de veintiséis años jugadora de Cricket. Fallo del manejo conservador. Inicialmente: SPECT-CT aumento captación de L3 izquierdo con una fractura incompleta en la cortical inferior. Control con RMN a los siete meses de manejo conservador por persistencia de los síntomas que

evidencia persistencia del edema óseo. Control trece meses (extendió manejo conservador): persiste sintomática y SPECT-CT muestra progresión a fractura completa. Se decide manejo quirúrgico con fijación interna con tornillo sin autoinjerto. Seguimiento dieciocho meses: TAC cuatro meses PO con consolidación completa de la fractura, paciente asintomática.

La mayor ventaja de la reparación directa versus la fusión es una menor restricción de la movilidad de la columna con menor riesgo de una inestabilidad subsecuente de los segmentos adyacentes. Debido a que la mayoría de los pacientes con espondilolisis se encuentran en etapa adolescente, la fusión no debe ser considerada a la ligera (31).

En muchos estudios con atletas competitivos la técnica de fijación interfragmentaria y las de alambrado tienen excelentes resultados con un retorno a la actividad deportiva al mismo nivel competitivo en más de un 90 % de los casos. Debido a los buenos resultados con la mayoría de las técnicas se ha considerado que el aspecto más importante de la cirugía es el uso de injerto óseo autógeno en el defecto. Una vez que se haya alcanzado la consolidación se debe iniciar nuevamente un programa de rehabilitación con ejercicios de estiramiento y fortalecimiento de tronco (31).

- *Pinzamiento femoroacetabular*

En el caso del estudio realizado de espondilolisis concomitante con patología de cadera tipo pinzamiento femoroacetabular; todos los pacientes se manejaron inicialmente con seis semanas de terapia física concentrada a nivel de estabilización de core y restauración de los arcos de movilidad en la cadera cuando era posible (22).

El promedio de retorno a sus actividades deportivas fue de 11.2 semanas. La cicatrización o reducción del edema óseo se asumió como un paciente libre de dolor en extensión y en ningún caso fue necesario el uso de *brace* (22).

En tres pacientes fue necesario la reparación artroscópica con femoroplastia y reinserción del labrum de la cadera afectada por persistencia de la coxalgia y limitación en los arcos de movilidad. Finalmente, todos retornaron a sus deportes en un promedio seis meses, postoperatorio (22).

- *Espondilolistesis*

La mayoría de los pacientes con espondilolisis y espondilolistesis sintomática pueden manejarse conservadoramente de manera exitosa. Los pacientes que detienen la actividad deportiva por lo menos tres meses tienen 16.39 veces mejores resultados comparado con los que continúan entrenando (1,5).

Kim y Green sugieren un ciclo de terapia física que asegure un adecuado balance muscular y fortalecimiento de core. La mayoría de atletas jóvenes con manejo conservador mantienen un buen pronóstico al menos por once años. Los atletas adolescentes esqueléticamente inmaduros deben llevar un seguimiento hasta alcanzar la madurez esquelética a intervalos de seis meses a un año con examen físico e imágenes para monitorizar el progreso de la espondilolistesis.

El tratamiento quirúrgico está reservado para aquellos atletas que persistan sintomáticos a pesar de un adecuado manejo conservador por alrededor de seis meses. Está también recomendado en pacientes esqueleto inmaduro con EPL de alto grado (Meyerding II o IV) ya que estos se encuentran en alto riesgo de mayor deslizamiento a futuro según múltiples estudios observacionales y retrospectivos (5,28).

La técnica de fusión posterolateral ha demostrado una tasa de éxito de un 90 %. Otras técnicas como la fusión 360 grados o circunferencial tienen también excelentes resultados, pero la pérdida de movilidad de todo el segmento fusionado puede aumentar potencialmente el riesgo de sobrecarga en niveles adyacentes (5,28).

- *Espina bífida oculta*

En una fractura del pedículo concomitante con un arco neural incompleto, todos los puntos deben fijarse o mínimo realizar la colocación de injerto en el sitio, con el fin de restaurar la integridad del arco. Esta reparación sin daño significativo de la masa muscular lleva a restaurar la anatomía y biomecánica normal de la vértebra, así como la adecuada movilidad del segmento (18).

Esta patología que aparece concomitante con la espondilolisis hasta en un 11 % de los casos contribuye a la inestabilidad local y aumenta aún más el estrés sobre la *pars* articular. Burkus, desde 1988, la describe en un estudio realizado con tres pacientes del servicio militar de los Estados Unidos que se presentaron no solo con el típico dolor lumbar para esta patología, sino también con dolor radicular de inicio gradual en uno de los miembros inferiores. Este pinzamiento radicular en espondilolisis bilateral con EBO se describe de un 16 % a un 67 % de los pacientes, lo cual corresponde a una de las indicaciones quirúrgicas en esta situación. Los tres pacientes iniciaron con un protocolo de manejo conservador inicial, sin embargo, culminaron con la necesidad de un manejo quirúrgico basado en la descompresión radicular y la fusión posterolateral. Todos los pacientes evolucionaron de manera adecuada, asintomáticos y con retorno a sus deberes militares sin limitación (3).

Por otra parte, Yamamoto en 2007, describe la fijación transversa segmentaria con alambre en pacientes con espondilolisis de L5 y EBO; todos los pacientes recibieron tratamiento conservador inicial de manera fallida. Dentro de las indicaciones para cirugía de manera estricta los pacientes debían ser menores a los 40 años, dolor resistente a las terapias conservadoras, deslizamiento menor al 25 %, sin datos de degeneración discal y sin compromiso radicular. Además, es imperativo la confirmación por TAC de procesos transversos intactos para un alambrado exitoso. Se utilizó la técnica de alambrado de Scott, Nicol y Bradford con dos cables dobles de acero inoxidable con un “nudo” en cada lado del proceso espinoso para prevenir la fatiga del alambre, así como obtener una fijación estable. Transoperatoriamente las láminas

“flojas” o “móviles” no se debían a la espondilolisis sino a la espina bífida oculta. Se colocó injerto esponjoso a nivel de la EBO y de cortical-esponjosa a nivel del defecto de la *pars* (36).
Figura 30.

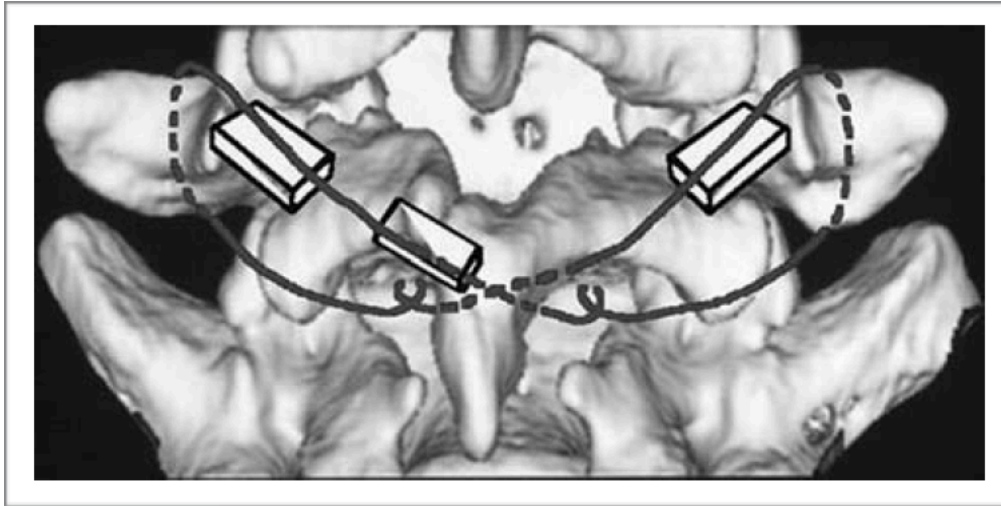


Figura 30. Esta figura demuestra una de las técnicas quirúrgicas para el manejo de espondilolisis asociada a espina bífida oculta. Dos cables dobles de acero inoxidable (ISOLA, Depuy Spine; Raynham, Massachusetts/USA) se pasan alrededor de la base media de los procesos transversos bilateral seguido de la colocación de injerto (bloques rectangulares) en el defecto de la *pars* y en el sitio del defecto del arco neural. La fijación simultánea de ambas lesiones se puede realizar con un adecuado tensado de los alambres.

En el postoperatorio todos los pacientes se manejaron con tres meses de ortesis lumbar y en un promedio de doce meses el 100 % se reintegró a sus actividades deportivas. A pesar de que dos casos presentaron una no unión unilateral esto no representó ninguna limitación a nivel funcional y de manera subjetiva los pacientes se encuentran libres de dolor (36). Figura 31, 32 y 33.

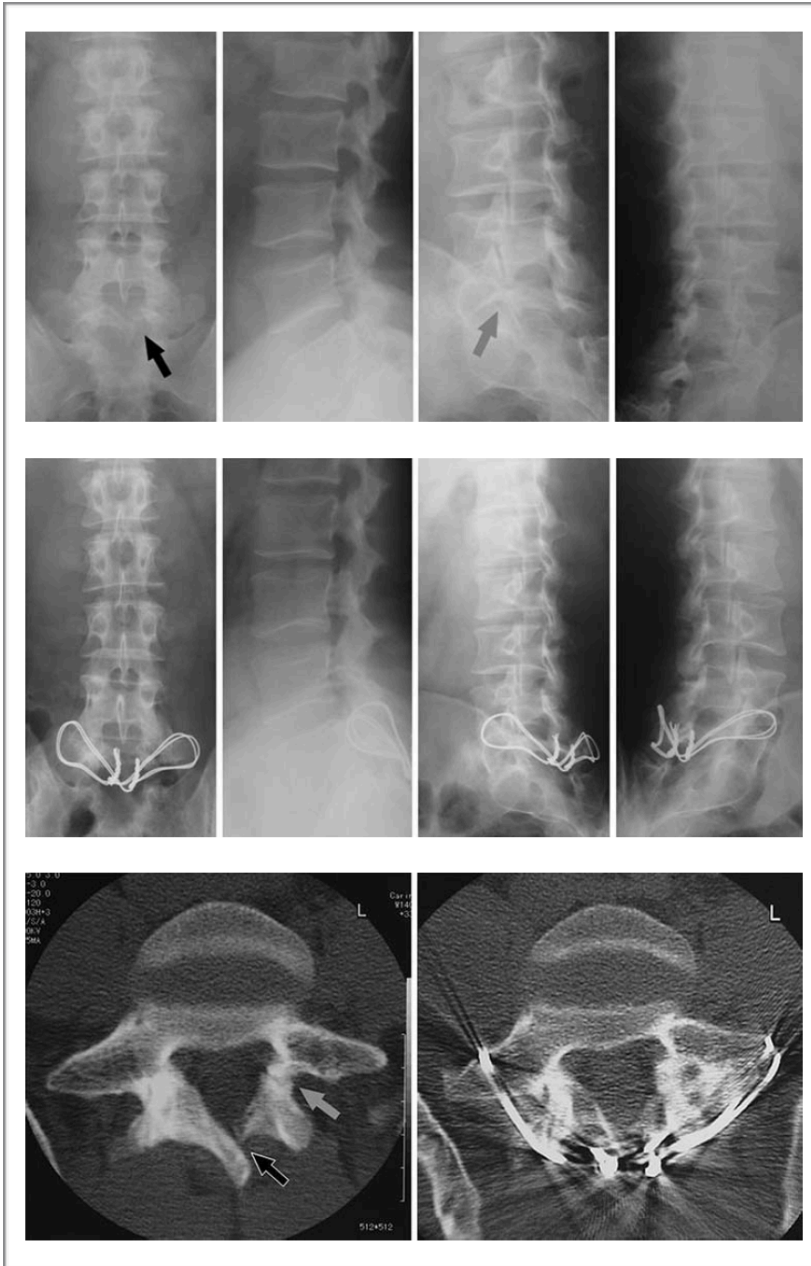


Figura 31. Rx Preoperatorias (izquierda a derecha: AP, lateral, oblicua izquierda y oblicua derecha). Evidencia espondilolisis L5 izquierda (flecha gris) con espina bífida oculta (flecha negra).

Figura 32. Rx Postoperatorias. Evidencia de alambrado y fijación exitosa de la espondilolisis y EBO.

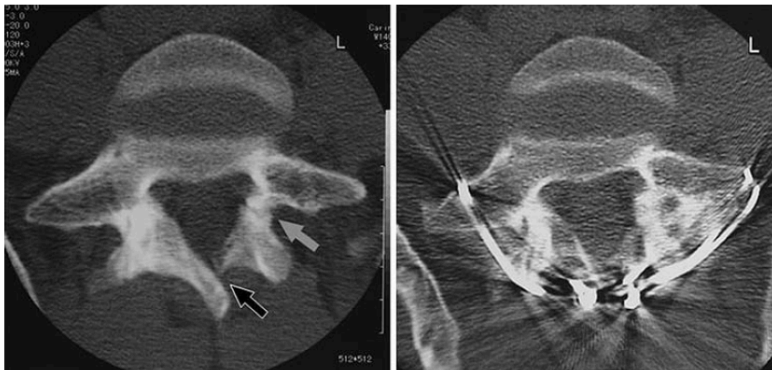


Figura 33. TAC Pre (izquierda) y post (derecha) operatorio que evidencia la fusión de la espondilolisis (flecha gris) y la EBO (flecha negra).

Retorno deportivo

El retorno deportivo en LS y EPL está permitido cuando el atleta tiene una movilidad completa de la columna sin dolor, no asocia contractura de isquiotibiales y haya realizado actividades básicas del deporte sin dolor. A nivel quirúrgico esto ocurre aproximadamente de los 6 a 12 meses PO. Algunos autores prefieren la evidencia de consolidación sólida radiológica como criterio de reintegración deportiva, sin embargo, muchos otros autores consideran este es el factor menos importante (5).

Las escalas de tiempo de consolidación y rehabilitación dependen en gran medida del deporte en cuestión. Deportes de alto riesgo como el cricket o la gimnasia, con cargas particularmente altas de hiperextensión y que documentan las prevalencias más elevadas, alta tasa de recurrencia, no unión y tiempos de recuperación más prolongados a menudo requieren de un retorno gradual a la actividad deportiva durante un período de 3 a 4 meses de más después de los períodos iniciales de curación para otros deportes que van de las 6 a 12 semanas (18).

Uno de los criterios más controversiales en la literatura para la reinscripción del atleta es precisamente esto, el tipo de deporte que realiza. Eck y Riley no recomiendan el retorno a deportes de alto impacto / contacto, 51 % a 56 % de los cirujanos permiten el retorno a deportes como baloncesto y fútbol, pero después de un año independientemente del grado de deslizamiento y solo un 27 % a 36 % permite el retorno a deportes de colisión al año PO, llámese hockey y fútbol americano. Las disciplinas que la mayoría de cirujanos desalienta son la gimnasia, rugby, lucha, levantamiento de pesas y salto en *bungee* (5,16).

Discusión

Durante mucho tiempo se ha atribuido como principal factor causal de la espondilolisis el microtrauma repetitivo con sobrecarga de elementos posteriores. Sin embargo, en la presente revisión se puede evidenciar que la actividad deportiva con mecanismo de hiperextensión y rotación repetitivo no es la única causa para el desarrollo de esta patología, por el contrario, el 100 % de los deportistas en esas áreas la presentarían. Aunado a la sobrecarga, deformidades preexistentes como la espina bífida oculta predisponen a una debilidad del segmento que aumenta el riesgo de desarrollo de espondilolisis. Otro factor de riesgo en estos pacientes son las patologías concomitantes de cadera, como el síndrome de pinzamiento femoroacetabular que alteran los arcos de movilidad de esta articulación y conllevan a una alteración en los vectores de fuerzas en la unión lumbosacra. Es importante tomar en cuenta también que no es solo el tipo de actividad deportiva el que aumenta el riesgo sino el tiempo que le dedica el atleta a ese deporte, donde se pudo evidenciar que invertir más de ocho horas semanales en estos incrementa considerablemente la disposición de desarrollar una alteración de la *pars*. Es por esto que, en el estudio de un paciente joven, atleta con dolor lumbar lo primordial es tener en mente esta patología y prestar atención a todos estos factores condicionantes con el fin de detectarla de manera temprana; lo que finalmente conlleva a un buen pronóstico de la misma y a evitar el desarrollo de una posible espondilolistesis.

Al ser la espondilolisis una patología que se desarrolla por etapas, el diagnóstico temprano de la reacción por estrés, la fractura incompleta y completa aguda es de suma importancia debido a que la consolidación en estos estadios se puede alcanzar con el manejo conservador. Conforme avanza el tiempo con la persistencia del trauma esta reacción por estrés (estadio 1) puede progresar a una fractura incompleta (estadio 2), luego a una fractura aguda completa de la *pars* (estadio 3) hasta que finalmente si no ocurre la consolidación eventualmente se desarrolle una no unión crónica inactiva (estadio 4). Esto es crucial en el paciente joven deportista dónde la evidencia de una no unión crónica inactiva va culminar en la intervención quirúrgica definitiva

para poder tratar el dolor lumbar crónico y prevenir la progresión a una espondilolistesis, lo cual deteriora considerablemente la evolución del paciente, así como su reintegración deportiva.

Las reacciones de estrés que no han progresado a una fractura completa son radiológicamente invisibles / ocultos. El TAC provee una excelente visualización de los detalles óseos para el diagnóstico de fracturas completas e incompletas la *pars* así como el seguimiento de la consolidación ósea conservadora y quirúrgica. Sin embargo, el TAC, no distingue lesiones activas de inactivas y expone el paciente a una gran dosis de radiación ionizante. Tomando en cuenta que lo primordial en esta patología es el diagnóstico temprano previo a la lesión cortical, este estudio no sería el ideal.

El SPECT es una técnica extremadamente sensible para el diagnóstico temprano de la espondilolisis e incluso es un predictor de la capacidad de regeneración de la lisis. Desafortunadamente no es específico, por lo que no nos diferencia entre una reacción de estrés y una fractura. Es por eso que la RMN, que tiene la ventaja de no utilizar radiación ionizante y el potencial de detectar edema médula ósea de manera muy temprana con las secuencias adecuadas, debería ser el estudio de primera línea para la investigación de la espondilolisis juvenil. Además, la RMN demuestra la presencia de patología concomitante (hernias de disco, compresión radicular, EBO, etc.) que deben ser tomadas en cuenta a la hora del manejo del paciente. Lamentablemente ni el SPECT, TAC ni RMN pueden realmente distinguir cuando una fractura por estrés incompleta está en su fase reparativa, por lo que finalmente el diagnóstico será una combinación de estos estudios de imágenes, así como la historia y clínica del paciente.

En esta patología la mayoría de los autores coinciden en un manejo inicialmente conservador, con excelentes resultados y una alta tasa de retorno deportivo sin limitaciones. Aunque la mayoría coinciden en la terapia física de fortalecimiento y el reposo como los elementos claves para una adecuada evolución; el uso de *brace* continúa siendo controversial entre los mismos.

La persistencia de la lumbalgia después de seis meses de evolución de manejo conservador es la principal causa para pensar en la intervención quirúrgica de estos pacientes. Se describen múltiples técnicas a gusto del cirujano tratante y con la que se encuentre más familiarizado; deben dirigirse a incentivar la consolidación ósea del defecto de la *pars* con una adecuada estabilización biomecánica, el uso de autoinjerto, tratar la patología concomitante y que limiten en menor medida la movilidad del segmento. De manera general la recomendación es la reparación directa del defecto de la *pars* articular en niveles por arriba a L4 y la fusión en niveles inferiores a este; siendo la fusión posterolateral la que cuenta con tasas más altas de éxito.

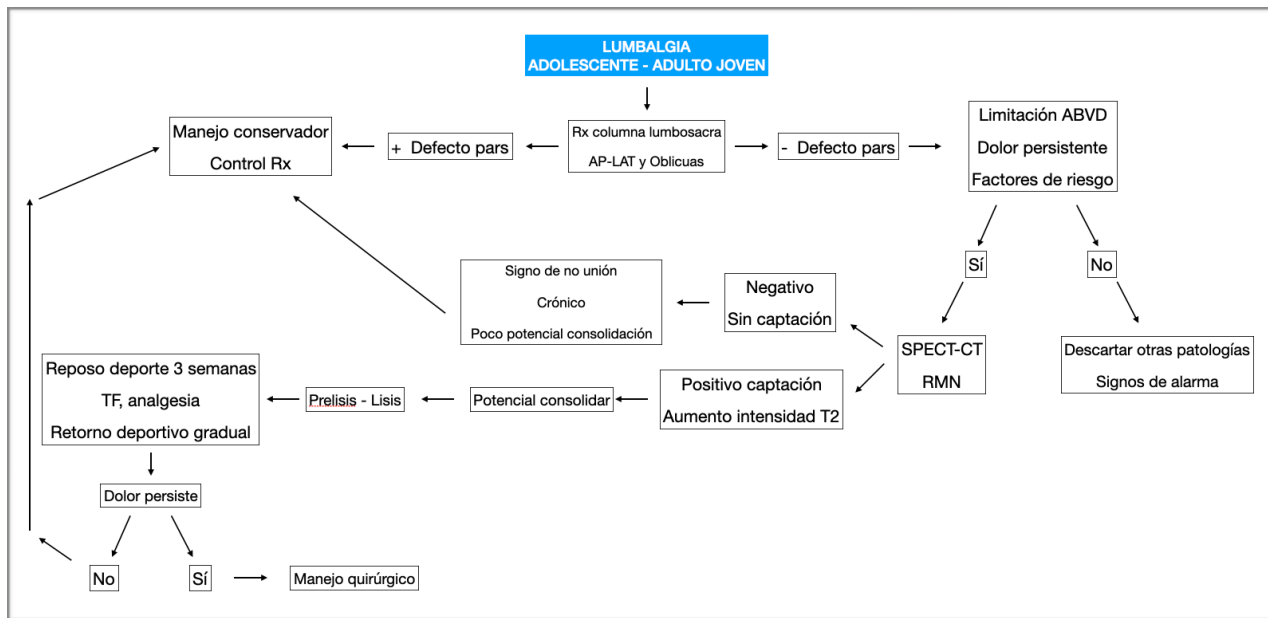
Finalmente, el retorno deportivo de estos pacientes depende de la restauración de una movilidad completa de la columna sin dolor y el desarrollo de su particular actividad deportiva de la misma manera; sin embargo, aunque no en consenso claro, la mayoría de los autores contraindican de manera absoluta el retorno del atleta a deportes de alto impacto / contacto.

Conclusiones

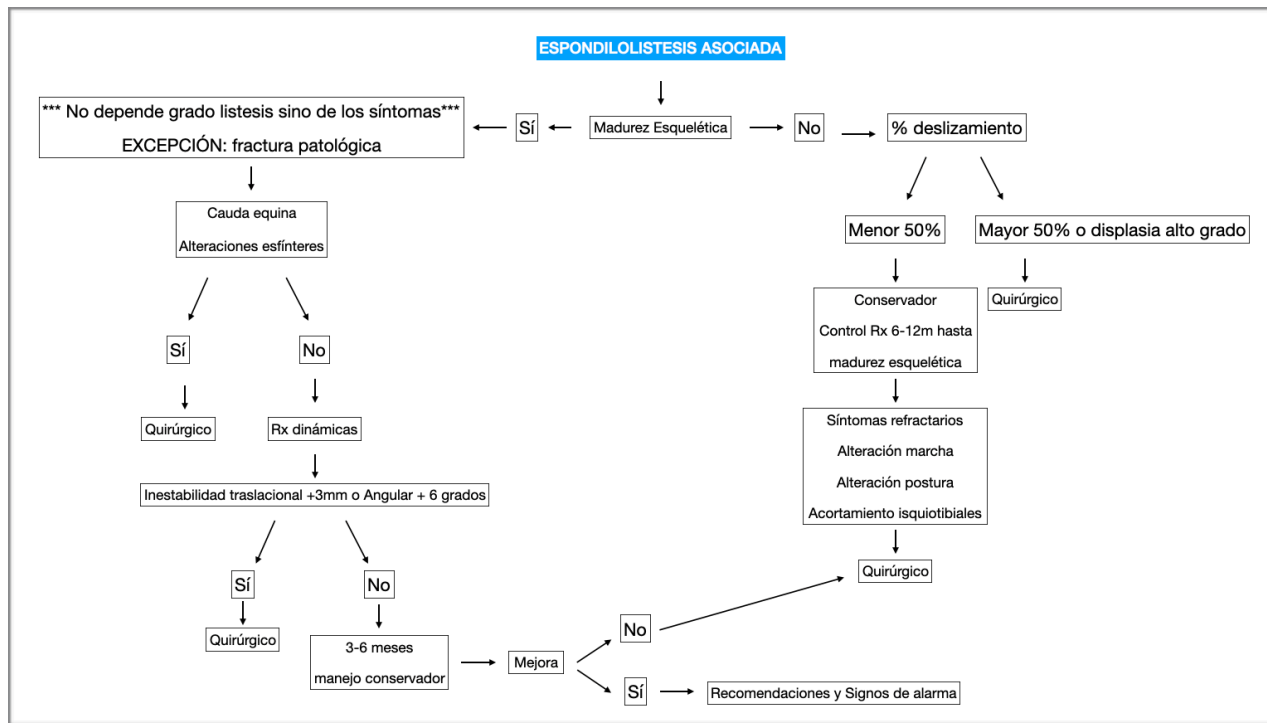
- La espondilolisis es un defecto de la *pars* articular, que puede presentarse en forma unilateral o bilateral y afectar más de un segmento.
- La articulación lumbosacra por su inclinación de 45° en plano oblicuo es la zona con mayor estrés en cizalla entre L5 y S1, lo que condiciona la predominante aparición de espondilolisis a nivel L5.
- La lesión aparecerá en atletas que practiquen actividades con cargas pesadas sobre la columna en hiperlordosis (mecanismos repetitivos de hiperextensión y rotación) ya que se verá aumentado el estrés en cizalla de los segmentos lumbares.
- El tipo de actividad deportiva, las horas semanales de práctica, la espina bífida oculta, pinzamiento femoroacetabular, entre otros; son todos factores de riesgo importantes para el desarrollo de una espondilolisis.
- El Test de hiperextensión en una pierna no tiene valor diagnóstico significativo para espondilolisis, por su baja sensibilidad y especificidad, sin embargo, la palpación de los procesos espinosos lumbares si es de utilidad para el diagnóstico de espondilolistesis.
- La incidencia de espondilolistesis se encuentra alrededor de un 6 % a 8 % de esa población, siendo comúnmente afectado el nivel L5-S1 y L4-L5; ocurre cuando hay un defecto bilateral de la *pars* articular que provoca una inestabilidad en el complejo posterior de la vértebra, y hace que el segmento sea hipérmovil, cambiando completamente el abordaje y pronóstico de estos pacientes.
- Existe una falta de consenso sobre el camino más apropiado en cuanto a la toma de imágenes en este grupo de pacientes, esto por la amplia heterogeneidad en los estudios comparativos.

- El tratamiento conservador evidencia excelentes resultados y siempre se recomienda como manejo inicial de los pacientes con espondilolisis.
- El tratamiento quirúrgico se reserva para pacientes que no hayan tenido respuesta al manejo conservador por más de seis meses.

Algoritmo 1. Guía para el diagnóstico en paciente joven con sospecha de espondilolisis



Algoritmo 2. Guía para el tratamiento de paciente con espondilolistesis asociada a espondilolisis



Bibliografía

1. Alqarni Abdullah, MPhty, Schneiders G. Anthony, PhD, et al. Clinical tests to diagnose lumbar spondylolysis and spondylolisthesis: A systematic review. Physical Therapy Sport. Dec-2014.
2. Barahona V Maximiliano, Yurac B Ratko, Fleiderman V Jose. Espondilolisis en deportistas: Actualización y algoritmo de manejo. Revista Chilena de Ortopedia y Traumatología. 2014; 55(1): 19-26.
3. Burkus Kenneth, MD. Unilateral spondylolysis associated with spina bifida occulta and nerve root compression. SPINE. Volume 15, number 6. 1990. 555-559.
4. Bridwell H.K; DeWald R.I. Tratado de Cirugía de la Columna Vertebral. Lippincott Williams and Wilkins. USA. Edición en español. 2015.
5. Christman Tyler, DO.† and Ying Li, MD. Pediatric Return to Sports After Spinal Surgery. Sports Health. 2016. Vol XX. No. X.
6. Dhouib Amira, Tabard-Fougere Anne, et al. Diagnostic accuracy of MR imaging for direct visualization of lumbar pars defect in children and young adults: a systematic review and meta-analysis. EuroSpine Journal. 2017.
7. Etsu Chora, Koji Totoribe, Naoya Tajima. A biomechanical study of lumbar spondylolysis based on a three-dimensional finite element method. Elsevier, volume 22, Issue 1. 2004.
8. Fadell Michael, Gralla Jane, Bercha Istiaq, et al. CT outperforms radiographs at a comparable radiation dose in the assessment for spondylolysis. Pediatr Radiol. 2015.
9. Fidas A., MacDonald H.L, Elton R.A, et al. Prevalence and Patterns of Spina Bifida Occulta in 2707 Normal Adults. Clinical Radiology (1987) 38, 537-542.
10. Gaddikeri Santhosh, Matesan Manuela, Alvarez Jacqueline, et al. MDP-SPECT versus Hybrid MDP-SPECT/CT in the evaluation of suspected pars interarticularis fracture in young athletes. American Society of Neuroimaging. 2018; 00: 1-5.
11. Hans Joachim W, Volkheimer David. Biomechanics of the spine. Basic concepts, spinal disorders and treatments. Elsevier Ltd. 2018.

12. Hitoshi Hoshina. Spondylolysis in Athletes. The Physician and Sportsmedicine. 8:9, 75-79. Dec 2017.
13. Hirsch, C; Ingelmark, B.E; Miller, MI: The Anatomical Basis for Low Back Pain. Acta Orthop. Scand., 33: 1, 1963.
14. Huynh Tridu R; Carlito Lagman; Fadi Sweiss, et al. Pediatric spondylolysis/spinal stenosis and disc herniation: national trends in decompression and discectomy surgery evaluated through the Kids' Inpatient Database. Childs Nerv Syst. DOI 10.1007/s00381-017-3471-5.
15. Imad S Nahle, Mohamed S Hamam, et al. Back pain: A puzzle in children. Review Article. Journal of Pediatrics and Child Health. American University of Beirut Medical Center. Mayo, 2016.
16. Kaneko Hideto, Murakami Mototsune, et al. Prevalence and clinical features of sports-related lumbosacral stress injuries in the young. Arch Orthop Trauma Surg. DOI 10.1007/s00402-017-2686-y.
17. Kapandji A.I. Fisiología articular. Tomo 3: Tronco y raquis. Editorial Panamericana. 6ta edición. 2012.
18. Kenneth King, Dhawan Ranju, et al. Pars Interarticularis Injury in Elite Athletes – The Role of Imaging in Diagnosis and Management. European Journal of Radiology. 2018.
19. MacDonald James, MD, MPH; Emily Stuart, MD; Richard Rodenberg, MD. Musculoskeletal low back pain in school-aged children. A Review. JAMA Pediatrics. 2017;171(3):280-287.
20. Mellado JM, Larrosa R, Martín J, Yanguas N, Solanas S, Cozcolluela MR. MDCT of variations and anomalies of the neural arch and its processes: Part 1 - Pedicles, pars interarticularis, laminae, and spinous process. Am J Roentgenol. 2011;197(1):104–13.
21. Mihara H, Onari K, Cheng BC, et al. The biomechanical effects of spondylolysis and its treatment. PubMed. Spine. 2003 feb 1;28(3): 235-8.
22. Moley Peter, Gribbin Caitlin, Vargas Elizabeth and Kelly Bryan. Co-diagnoses of spondylolysis and femoroacetabular impingement: a use of adolescent athletes. Journal of hip preservation surgery. 2018. Vol.5, pp. 393-398.

23. Nejat Farideh, M.D., M.P.H., Radmanesh Farid, et al. Spina bifida occulta: is it a predictor of underlying spinal cord abnormality in patients with lower unitary tract dysfunction? J. Neurosurg.: Pediatrics / Volume 1 / February 2008, 1:114–117.
24. Nitta Akihiro, MD; Sakai Toshinori, MD, PHD; et al. Prevalence of Symptomatic Lumbar Spondylolysis in Pediatric Patients. Junio 2016, Volume 39, Number 3.
25. Sakai Toshinori, Goto Tsuyoshi, Sugiura Kosuke, et al. Bony healing of discontinuos laminar stress fractures due to contralateral pars defect or spina bifida occulta. Spine surgery and related research. 2019; 3(1): 67-70.
26. Sakai Toshinori, Goda Yuichiro, et al. Characteristics of lumbar spondylolysis in elementary school age children. EuroSpine Journal. Mayo, 2015.
27. Sakai Toshinori, MD, Tezuka Fumitake, Md, et al. Conservative treatment por bony healing in pediatric lumbar spondylolysis. SPINE 2017. Volume 42, Number 12, pp E716–E720.
28. Shingo Hama, Ichiro Tonogai, Toshinori Sakai, et al. Pediatric isthmic spondylolisthesis showing radiologic evidence of slippage after physis injury. Case Report. Journal of Pediatric Orthopaedics B 2016, 00:000–000.
29. Sierra Alfonso, Rincón L, et al. Anatomía de la columna vertebral en radiografía convencional. Revista Médica Sanitas. 21 (1): 39-46; 2018.
30. Sugiura Shiro, Aoki Yasuchika, Shiga Tetsuo, et al. Characteristics of low back pain in adolescent patients with early stage spondylolysis evaluated using detailed visual analogue scale. SPINE. 2014; Volume 40, Number 1, pp E29-E34.
31. Ujjwal K. Debanth, N. Harshavardhana, Brigitte Scammell, et al. Lumbar pars injury or spondylolysis - diagnosis and managment. SPINE. Volume 23, Issue 2, P109-116, April 01, 2009.
32. Urrutia Julio, MD, Tomas Zamora and Jorge Cuellar, MD. Does the prevalence of spondylolysis and spina bifida occulta observed in pediatric patients remain stable in adults? Journal of Spinal Disorders and Techniques. Pontificia Universidad Católica de Chile.
33. Urrutia Julio, MD, Tomas Zamora and Jorge Cuellar, MD. Spondylolysis and spina bifida occulta in pediatric patients: prevalence study using computed tomography as a screening method. EuroSpine Journal. 2014.

34. Weissman M. K, Chacón Z. M. Actualización en espondilolisis y espondilolistesis en deportistas. 2020. Estudio de cohorte. Pendiente de publicación.
35. West Amy M., D'Hemecourt Pierre A., et al. Diagnostic accuracy of Magnetic Resonance Imaging and Computed Tomography scan in Young Athletes with Spondylolysis. Clinical Pediatrics Journal. 2019 1-6.
36. Yamamoto Takatoshi, Linuma Nobuki, Miyamoto Kei, et al. Segmental wire fixation for lumbar spondylolysis associated with spina bifida occulta. Arch Orthopaedic Trauma Surgery. 2008; 128: 1177-1182.
37. Yin Amy X., MD, Dai Sugimoto, PhD, Daniel J. Martin, BS, Andrea Stracciolini, MD. Pediatric Dance Injuries: A Cross-Sectional Epidemiological Study. PM&R (2015), doi: 10.1016/j.pmrj.2015.08.012.