



TÍTULO

**REVISIÓN SOBRE LOS EFECTOS DEL EJERCICIO FÍSICO
COMO TERAPIA EN EL TRATAMIENTO DE LA
ESPONDILÓLISIS Y/O ESPONDILOLISTESIS EN EL DEPORTE**

AUTOR

Pedro Antonio Fuentes Márquez

Tutor
Curso
ISBN

Esta edición electrónica ha sido realizada en 2013

Borja Sañudo

Máster Universitario en Actividad Física y Salud

978-84-7993-876-5

©

Pedro Antonio Fuentes Márquez

©

Universidad Internacional de Andalucía (para esta edición)



Reconocimiento-No comercial-Sin obras derivadas

Usted es libre de:

- Copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra.

Bajo las condiciones siguientes:

- **Reconocimiento.** Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciador (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o apoyan el uso que hace de su obra).
 - **No comercial.** No puede utilizar esta obra para fines comerciales.
 - **Sin obras derivadas.** No se puede alterar, transformar o generar una obra derivada a partir de esta obra.
-
- *Al reutilizar o distribuir la obra, tiene que dejar bien claro los términos de la licencia de esta obra.*
 - *Alguna de estas condiciones puede no aplicarse si se obtiene el permiso del titular de los derechos de autor.*
 - *Nada en esta licencia menoscaba o restringe los derechos morales del autor.*

**REVISIÓN SOBRE LOS EFECTOS DEL EJERCICIO FÍSICO
COMO TERAPIA EN EL TRATAMIENTO DE LA
ESPONDILOLISIS Y/O ESPONDILOLISTESIS EN EL
DEPORTE.**

Trabajo de Fin de Máster presentado para optar al Título de Máster Universitario en Actividad Física y Salud por Pedro Antonio Fuentes Márquez, siendo el tutor del mismo el Dr. D. Borja Sañudo.

Vo. Bo. del Tutor:



Dr. D. Borja Sañudo.

Alumno:



D. Pedro Antonio Fuentes Márquez.

Granada, 30 de Septiembre del 2012.

TÍTULO:

“Revisión sobre los efectos del ejercicio físico como terapia en el tratamiento de la espondilólisis y/o espondilolistesis en el deporte”.

AUTOR:

Pedro Antonio Fuentes Márquez.

TUTOR ACADÉMICO:

Dr. D. Borja Sañudo.

RESUMEN:

El presente estudio pretende investigar los beneficios atribuidos al ejercicio físico como terapia en el tratamiento de la espondilólisis y/o espondilolistesis en deportistas, a partir de los artículos publicados en la literatura científica nacional e internacional. Se ha buscado información relevante en las bases de datos internacionales Medline y Sportdiscus, que indexan la mayoría de publicaciones científicas sobre lesiones deportivas. Hemos hecho especial hincapié en las propuestas readaptativas fundamentadas en los criterios de control de la carga, la progresión funcional de la lesión y las posibilidades de reincorporación deportiva que tienen los atletas.

PALABRAS CLAVE:

Espondilólisis, espondilolistesis, lesión deportiva y readaptación deportiva.

ABSTRACT:

The present study aims to investigate the benefits attributed to exercise therapy in the treatment of spondylolysis and/or spondylolisthesis in athletes from articles published in national and international scientific literature. Relevant information has been sought in the international databases Medline and SportDiscus, that index most scientific publications on sports injuries. We put special emphasis on proposals readaptatives criteria grounded in load control, functional progression of the lesion and the possibility of reinstatement have sport athletes.

KEYWORDS:

Spondylolysis, spondylolisthesis, athletic injuries and sport readaptation.

ÍNDICE.

| | |
|--|---------------|
| 1. INTRODUCCIÓN..... | I |
| 2. CONTEXTUALIZACIÓN..... | II |
| 3. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS..... | IX |
| 4. EL PROCESO DE INVESTIGACIÓN..... | X |
| 5. METODOLOGÍA..... | X |
| 6. ANÁLISIS DE LOS DATOS..... | XV |
| 6.1. Mecanismo lesivo..... | XV |
| 6.2. Etiología..... | XVI |
| 6.2.1. Edad..... | XVII |
| 6.2.2. Sexo..... | XVII |
| 6.2.3. Lesiones anteriores..... | XVIII |
| 6.2.4. Factores anatómicos y congénitos..... | XVIII |
| 6.2.5. Entrenamiento, competición y recuperación..... | XIX |
| 6.2.6. Déficits nutricionales y/u hormonales..... | XX |
| 6.3. Propuestas de reeducación funcional deportiva..... | XX |
| 6.4. Medios de control y seguimiento..... | XXIV |
| 6.4.1 El examen físico..... | XXIV |
| 6.4.2 Las pruebas diagnósticas..... | XXVI |
| 6.5. Criterios de reincorporación deportiva..... | XXX |
| 7. RESULTADOS..... | XXXII |
| 8. DISCUSIÓN..... | XXXVII |
| 9. CONCLUSIÓN..... | XL |
| 10. BIBLIOGRAFÍA..... | XLI |

1. INTRODUCCIÓN.

Esta revisión bibliográfica pretende investigar el papel terapéutico que desempeña el ejercicio físico como estrategia de tratamiento en los síndromes espondilolíticos y/o espondilolistésicos en el deporte. Consecuentemente, se pretende obtener pautas, para la utilización del ejercicio físico durante todo el proceso lesional, que nos permitan poder elaborar un protocolo de cuantificación de cargas que posteriormente se adaptará en función del contexto deportivo específico. Excluimos el uso del ejercicio físico como herramienta inconstante, asincrónica y no tasable durante los correspondientes apartados del proceso de reeducación funcional del deportista.

Para el análisis de los artículos prestaremos especial atención a los siguientes criterios: el mecanismo lesivo, la etiología lesional, el marco de propuesta de reeducación funcional deportiva, los medios de control y seguimiento y los criterios de reincorporación deportiva. Respecto a la redacción formal y pautas metodológicas, nos hemos ajustado a aquellas descritas por el Comité directivo del máster de Actividad Física y Salud de la UNIA (IV edición).

Con este trabajo pretendemos, en primer lugar, obtener información relevante sobre una patología que posee una alta tasa de prevalencia en el campo profesional donde actualmente desarrollamos nuestra labor como especialistas en actividad física y deporte. Y, en segundo lugar, actualizar las herramientas y la metodología con que actualmente planificamos la reeducación funcional de los procesos lesionales deportivos.

La investigación tiene un objeto de estudio relativamente novedoso, ya que buscaremos aportar criterios de cuantificación de cargas y procedimientos relativamente recientes y/o novedosos adaptados a un contexto lesional concreto, huyendo de las tendencias actuales relacionadas con el mundo del fitness y/o wellness, que buscan suplir el escaso grado de fundamentación científica con estrategias de marketing y/o publicidad, aunando en el papel que desempeña el especialista en actividad física y deporte en un contexto ampliamente sujeto a modas e intrusismo laboral.

En último lugar, creemos que la investigación debe ser útil para los demás. Así, buscamos aportar una perspectiva de trabajo, asociada a un método de cuantificación de cargas para una lesión concreta durante el proceso de readaptación físico-deportiva, pero que puede ser extrapolable a otras.

Aunque no es uno de los objetivos principales de este trabajo, consideramos fundamental establecer el marco de actuación concreto que cada profesional debe desempeñar durante el proceso preventivo y/o de reeducación funcional, porque creemos en el carácter multidisciplinar de este proceso. Así, el enfoque que aquí pretendemos proporcionar conllevaría la visión del preparador físico, readaptador

físico-deportivo y/o especialista en actividad física y deporte, por tanto se hará hincapié en las fases preventivas y de readaptación físico-deportiva. No obstante, sería un error obviar la coordinación necesaria con otros profesionales del ámbito biomédico en las fases médico-terapéuticas y de recuperación, ya que en el caso de existir solapamientos y/o descoordinación entre los miembros del equipo esto podría afectar negativamente al deportista, aunque en esta investigación no se reseñarán estrategias específicas con los otros miembros del grupo.

2. CONTEXTUALIZACIÓN.

El dolor de espalda es una de los síntomas más frecuentes en la población deportiva (Sairyo et al, 2005), sobre todo a nivel lumbar (Wing, 2001). Las causas que lo originan pueden ser diversas y están asociadas a cada proceso lesional, pero solo son comprensibles cuando se ha analizado con detalle la anatomía global de la columna vertebral.

La columna vertebral es el pilar central del tronco, cumpliendo las funciones de eje mecánico y soporte básico de la postura corporal. Está compuesta por 33 o 34 vértebras superpuestas. Es rectilínea en el plano frontal y curvilínea en el plano sagital, aspecto que le proporciona una gran capacidad de amortiguación frente a fuerzas externas. Está dividida en cinco regiones, cada una con un número determinado de vértebras y una curvatura fisiológica específica. Vista desde el plano sagital o lateral distinguimos:

- La región cervical, compuesta por 7 vértebras y una curvatura convexa hacia adelante.
- La región dorsal o torácica, formada por 12 vértebras y convexa hacia atrás.
- La región lumbar, con cinco vértebras y convexa hacia delante.
- La región sacra formada por 5 vértebras en un solo bloque y convexa hacia atrás.
- La región coccígea formada por 4 o 5 vértebras rudimentarias y convexa hacia atrás.

Las curvaturas de convexidad posterior (dorsal y sacro-coccígea) se llaman curvaturas primarias o cifosis, porque aparecen en el nacimiento. Las curvaturas de convexidad anterior (cervical y lumbar) secundarias o lordosis se forman después del nacimiento, producto de una adaptación funcional

Las vértebras presentan la siguiente estructura (Putz & Pabst, 2010).

- Cuerpo vertebral: sirve de soporte y reparto de presiones.

- Agujero vertebral: comprendido entre la cara posterior del cuerpo vertebral y la apófisis espinosa. Al superponerlos forman el conducto raquídeo, en el cual se alojan la médula espinal y sus anexos.
- Agujero de conjunción: espacio delimitado por la escotadura superior de un pedículo vertebral y la escotadura inferior del pedículo de la vértebra inmediatamente superior. Es la zona de salida de las raíces nerviosas originadas en la médula.
- Disco intervertebral: su función es amortiguar las fuerzas de compresión, estableciéndose un reparto de presiones. Se compone de anillo fibroso y núcleo pulposo. Cuando un disco soporta un esfuerzo vertical, la fuerza actúa sobre el núcleo pulposo y éste al estar encerrado por el anillo fibroso, transmite dicha fuerza en un sentido horizontal, de manera que el núcleo pulposo soporta el 75% de la carga y el anillo fibroso el 25% (Vega, 1974). Al poseer un comportamiento viscoelástico, por la hidratación del núcleo pulposo, necesita de un tiempo para recuperar su forma original.
- Anillo fibroso: es una estructura compuesta por 7 capas concéntricas de colágeno que encierran al núcleo pulposo.
- Núcleo pulposo: posee un gran contenido de agua, lo que le confiere una elevada presión hidrostática y gran capacidad de amortiguación.
- Apófisis articulares (Pars articularis): unen las vértebras, proporcionando diferentes grados de movimiento. Son 4, 2 ascendentes y 2 descendentes. Situadas simétricamente. A nivel lumbar se encuentran verticalizadas formando una articulación de tipo trocoide
- Apófisis transversas: cuya función es la de servir de origen e inserción de la musculatura colindante. No obstante a nivel lumbar no existen, en su lugar nos encontramos con las apófisis costiformes, considerándose las mismas como vestigios de antiguas costillas.
- Apófisis espinosas: proporcionan protección a la médula espinal, además de servir de origen e inserción de diferentes músculos de la espalda y tronco.
- Láminas vertebrales: son el punto de unión entre la apófisis espinosa y las apófisis transversas.
- Pedículos vertebrales: constituyen el punto de unión entre las apófisis transversas y las apófisis articulares, parte posterolateral del cuerpo vertebral.

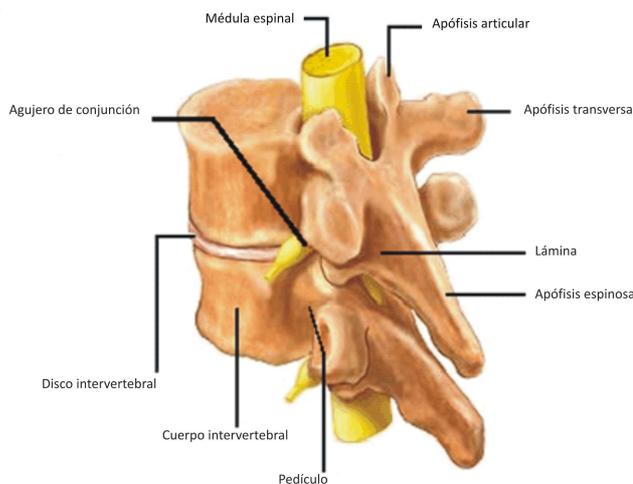


Figura 2.1. Vértebra (Adaptado de Putz & Pabst, 2010).

La articulación lumbosacra (L5-S1) desempeña un papel decisivo en los procesos espondilolíticos/listésicos en deportistas, tal y como describen los porcentajes de afectación aportados por Balias, (1997), Congeni et al (1997) y Soler y Calderón (2001). El 62%, 71% y 84,29% respectivamente, se producen a nivel de L5.

La superficie superior del sacro posee una inclinación de unos 30° 45° respecto a la horizontal, lo que supone que ya parte con un estrés de cizalla, siendo mayor cuanto más inclinado se encuentre este con respecto a la horizontal (Lapierre, 1996, citado en López, 2001). El ángulo lumbosacro es de unos 100-140° (Field et al, 2000, citado en López, 2001).

Ambos huesos se encuentran unidos por un disco intervertebral, el ligamento longitudinal anterior, longitudinal posterior, ligamento amarillo y la cápsula sinovial de las apófisis articulares. Los ligamentos interespinoso y supraespinoso, limitan la hiperflexión. El ligamento intertransverso limita las rotaciones e inclinaciones laterales. Los ligamentos lumbosacro posterior e iliolumbar que limitan la flexión y la flexión lateral, respectivamente.

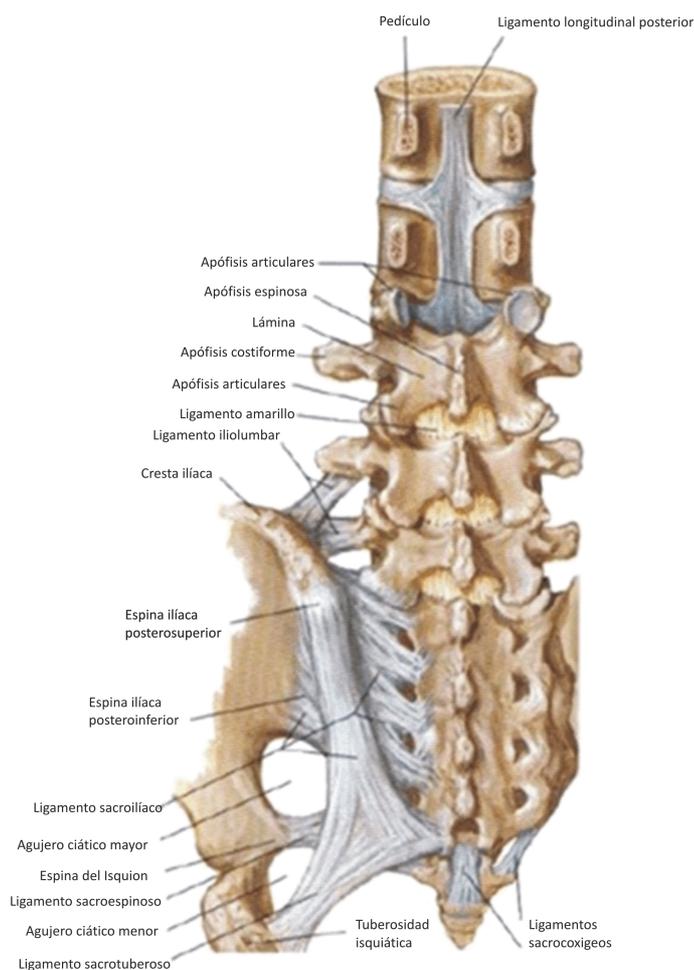


Figura 2.2. Ligamentos de la región lumbosacra (Netter, 2003).

Entre la musculatura y fascias colindantes diferenciamos:

1. Estabilizadores generales: se encargan de proporcionar la rigidez necesaria a la columna durante un esfuerzo voluntario. Entre ellos encontramos los siguientes grupos musculares, con sus respectivas funciones (Kolber & Beekhuizen, 2007):
 - Recto de abdomen: provoca la flexión y elevación de la pelvis; el aumento de la presión intraabdominal; y favorece la espiración forzada.
 - Erector de la columna (sacroespinal): extensión y flexión lateral de la columna.
 - Oblicuos externos: inclinación hacia el mismo lado; rotación hacia el lado contrario; si se existe una contracción bilateral se produce una flexión del tronco; y contribuyen al aumento de la presión intraabdominal y la espiración forzada.
 - Cuadrado lumbar: flexión lateral hacia el mismo lado y estabilización de la región lumbar de la columna vertebral.
 - Psoas iliaco: inclinación hacia el mismo lado; rotación hacia el contrario; si existe una contracción bilateral flexión de tronco; flexión de cadera con aducción y rotación externa; y anteversión pélvica con aumento de la lordosis lumbar.
2. Estabilizadores locales: se ocupan de la preparación y anticipación automática del movimiento. Distinguimos según Kolber & Beekhuizen (2007):
 - Multifidos: inclinación lateral; rotación hacia el lado contrario; y si existe una contracción bilateral provocan extensión a nivel lumbar y rectificación de la cifosis dorsal.
 - Transverso del abdomen: aumenta la presión intraabdominal; y favorece la espiración forzada y constricción de la faja abdominal.
 - Oblicuos internos: inclinación hacia el mismo lado; rotación hacia el lado contrario; y si se existe una contracción bilateral se produce una flexión del tronco.
 - Fascia toracolumbar: se encarga de la transmisión de fuerzas, al contraerse el transverso del abdomen se tensa, y debido a la disposición de sus fibras, se originan fuerzas hacia arriba y hacia abajo que tiran y estabilizan la columna vertebral.

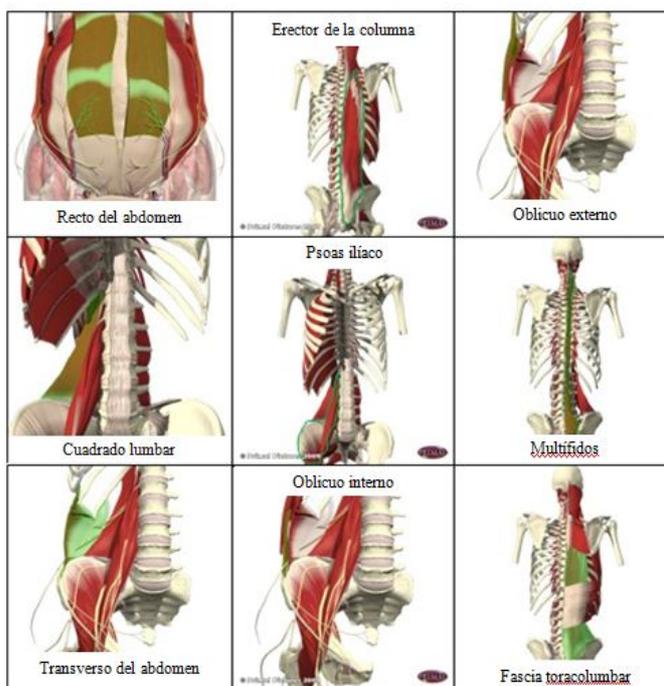


Figura 2.3. Musculatura participante en la estabilización de la columna a nivel lumbar (Primal Pictures, 2009).

Una vez realizado el recordatorio anatómico global pasaremos a describir la articulación donde se produce la lesión de manera breve y sucinta, ya que únicamente pretendemos brindar un marco de referencia que nos permita comprender la lesión para recopilar información sobre su rehabilitación activa.

Cada una de las vértebras de la columna se encuentra unida a otra por apófisis articulares (2 ascendentes y 2 descendentes, situadas simétricamente) proporcionando diferentes grados de movimiento y formando articulaciones denominadas facetas articulares.

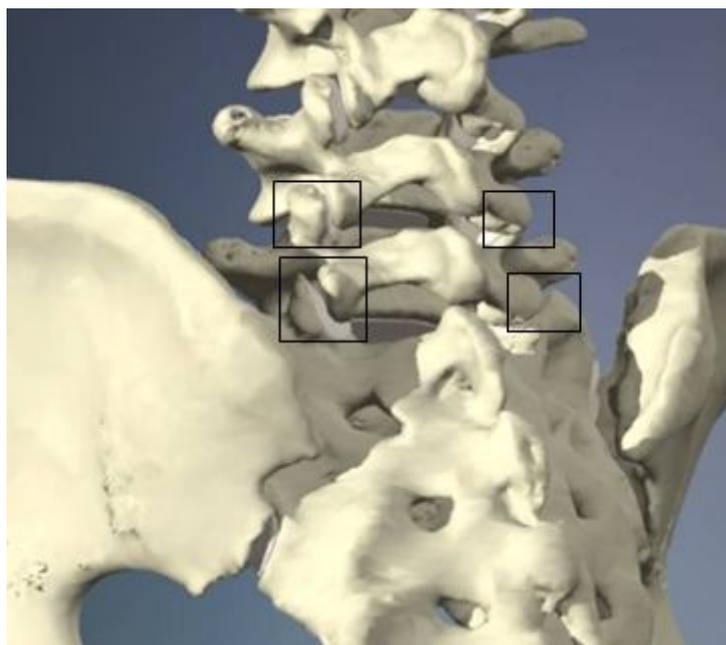


Figura 2.4. Facetas articulares y pars interarticular de la 5ª vértebra lumbar (Primal Pictures, 2009).

Entre las facetas articulares superior e inferior existe una pequeña y fina zona de hueso cortical llamada pars interarticular, que es el área más débil y susceptible de lesión, especialmente en raquis inmaduros (Congeni et al, 1997).

Nau et al (2008) afirman que “los defectos y las fracturas que llevan a los síndromes espondilolíticos siempre se originan en la pars interarticular”. Ocurre con más frecuencia en la quinta vértebra lumbar, debido a la mayor tensión que soporta en comparación con el resto de cuerpos vertebrales (Stinson, 1993; y Sonne-Holm, 2007).

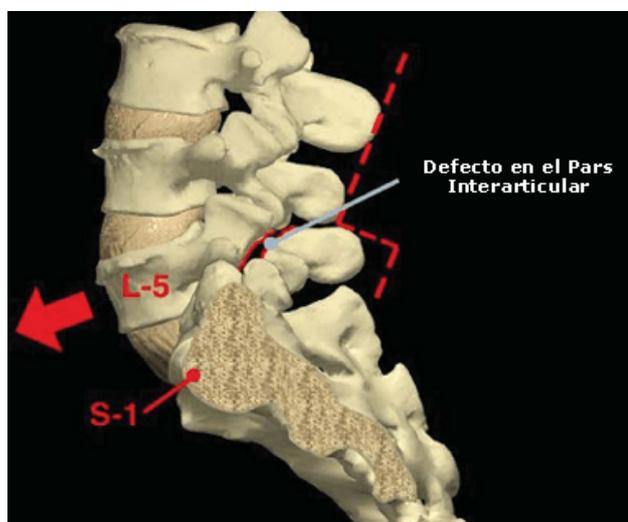


Figura 2.5. Espondilólisis (Primal Pictures, 2009).

La fractura del pars interarticular se denomina espondilólisis y puede ser uni o bilateral. Si se produce desplazamiento vertebral se llama espondilolistesis, con o sin fractura de la pars interarticular. Ikata et al (1996) consideran la espondilolisis como la antesala de la espondilolistesis.

La severidad de la espondilolistesis está determinada por el porcentaje de deslizamiento de la vértebra sobre la inmediatamente inferior. El grado de deslizamiento mide en una radiografía lateral de columna lumbar. El grado I implica un desplazamiento $\leq 25\%$, el grado II $\leq 50\%$, el grado III $\leq 75\%$ y el grado IV $\leq 100\%$ (Myerding, 1932).

La frecuencia con la que afecta a la población es de un 3-5% (Soler y Calderón, 2000; Standaert y Herring, 2000), 5% (Moeller, 1996a; 1996b; Balius, 1997; Reeves et al, 1998; y Heck y Sparano, 2000). Estudios epidemiológicos calculan que su prevalencia en deportistas es de un 12 a un 32% mayor que en la población no deportista (Rossi y Dragoni, 1990; Soler y Calderón, 2000; Standaert y Herring, 2000). Los deportes de contacto presentan el más alto grado de ocurrencia.

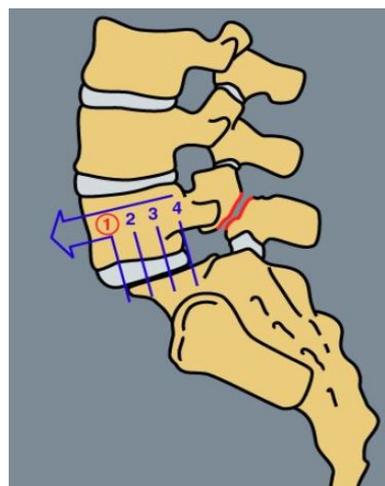


Fig. 2.6. Grados de espondilolistesis (Primal Pictures, 2009).

Los síndromes espondilolíticos son una de las principales causas de dolor de espalda en gimnastas, halterófilos, saltadores, luchadores y jugadores de fútbol americano, llegando hasta el 40% de prevalencia (Calhoon y Fry, 1999). En deportes como la gimnasia rítmica se presentan con una frecuencia 4 veces mayor que en la población femenina no deportista (McCarroll et al, 1986).

| Deporte | Soler y Calderón (2000) | Espondilólisis sintomática Soler y Calderón (2000) | Rossi y Dragoni (1990) |
|-----------------------|-------------------------|--|------------------------|
| Lanzamientos | 26,67 | 66,67 | - |
| Baloncesto | 6,6 | 36,84 | 8,97 |
| Deportes combate | 11,11 | 39,13 | 12,77 |
| Ciclismo | 6,29 | 18,18 | 15,19 |
| Remo | 16,88 | 61,54 | 4,64 |
| Golf | 1,92 | 0 | 2,77 |
| Salto de trampolín | 0 | 0 | 29,82 |
| Gimnasia artística | 16,96 | 52,63 | 16,31 |
| Gimnasia rítmica | 9,78 | 66,67 | - |
| Balonmano | 7,46 | 40 | 4,00 |
| Rugby | 5 | 50 | 11,54 |
| Esquí | 7,79 | 50 | 17,32 |
| Fútbol | 1,82 | 0 | 13,39 |
| Natación | 10,23 | 33,33 | 7,41 |
| Natación sincronizada | 9,09 | 0 | - |

| | | | |
|--------------|-------|-------|-------|
| Tenis | 1,10 | 100 | 8,57 |
| Triatlón | 7,78 | 28,57 | - |
| Voleibol | 10 | 57,14 | 6,09 |
| Halterofilia | 12,94 | 54,55 | 43,14 |

Tabla 2.1.Soler y Calderón, 2000. Porcentaje de población afectada y deporte practicado. Valores expresados en %.

A raíz del análisis de la tabla anterior podemos deducir que existe un porcentaje elevado de población deportista que a pesar de poseer la lesión se encuentra asintomática, por lo cual descartamos el dolor como un criterio exclusivo para el diagnóstico de la espondilólisis. No obstante, en sujetos sintomáticos debe ser un indicador más para intentar dilucidar un diagnóstico. En el caso de la espondilolistesis la mitad de la población que la padece se encuentra asintomática (Reeves et al, 1998).

El dolor suele aparecer en la región lumbar inferior, aunque no siempre (Moeller, 1996a; 1996b; y Reeves et al, 1998). Puede existir dolor a la palpación profunda en la vértebra afectada o una contractura muscular refleja en la musculatura lumbar colindante, que hace que el dolor persista incluso con el reposo (Lloret et al, 1995). La realización de movimientos de hiperextensión lumbar, extensión y rotación espinal y movimientos repetitivos de flexo-extensión raquídea con o sin rotación, puede exacerbar la respuesta dolorosa (Lloret et al, 1995; Reeves et al, 1998; Standaert y Herring, 2000).

El diagnóstico se establece a partir de la anamnesis, la exploración física y las pruebas complementarias, principalmente a partir de la radiología (radiografías simples, TAC y RM) y la medicina nuclear (Gammagrafía ósea y SPECT).

Entre las maniobras clínicas realizadas para explorar si existe un compromiso interapofisiario destaca la extensión femoroacetabular con extensión lumbar en bipedestación (Heck y Sparano, 2000; y Standaert y Herring, 2000). En las lesiones unilaterales el dolor se producirá en el lado contrario a la pierna apoyada (Standaert y Herring, 2000). Autores como Reeves et al (1998) añaden a esta manipulación una rotación superior del tronco hacia el lado donde se sufre dolor lumbar.

En el examen físico es frecuente detectar una postura hiperlordótica acompañada de un acortamiento de los músculos isquiocrurales (Reeves et al, 1998; Keller, 1999; Heck y Sparano, 2000; y Standaert y Herring, 2000). Esta situación aumenta las cargas compresivas y de cizalla sobre los pedículos vertebrales lumbares.

En el caso de que la exploración física sea positiva se procederá a realizar las pertinentes pruebas radiológicas y/o de medicina nuclear para confirmar el diagnóstico. La radiografía simple desempeña un papel esencial, no obstante si las usamos como única técnica corremos el riesgo de errar en el

diagnóstico, ya que con la aparición de nuevas herramientas de imagen se ha evidenciado casos de espondilólisis no detectados por métodos radiológicos (Heck y Sparano, 2000; Standaert y Herring, 2000). Las proyecciones radiográficas básicas son la antero-posterior, lateral pura y oblicuas (Keller, 1999). La tomografía computarizada (TAC) ha sido catalogada como una herramienta útil para valorar si la lesión producida es unilateral o bilateral (Hall, 1986). La gammagrafía se utilizará en estadios prerradiológicos para observar si existe captación ósea, y por tanto actividad osteogénica (Reeves et al, 1998). Algunos autores destacan la dificultad que existe para detectar una espondilólisis en los primeros estadios, ya que la radiología no muestra signos reveladores (Lloret et al, 1995).

Como resumen final de los antecedentes y estado del problema que aquí tratamos podemos destacar que:

- el raquis representa una estructura cuyo equilibrio funcional determinará la transmisión de fuerzas entre los miembros superiores e inferiores, desempeñando un papel especialmente relevante en la población activa y/o deportista.
- que las patologías espondilolíticas-listésicas son frecuentes a nivel lumbar, encontrándose determinado este hecho por la inclinación con respecto a estructuras colindantes como el sacro y por la curvatura lordótica descrita en esta región, aumentando el estrés de cizalla sobre los pedículos vertebrales lumbares.
- que la frecuencia de aparición en la población deportista frente a la no deportista es alta, hallándose determinada por las demandas físicas de la modalidad deportiva practicada.
- que el dolor debe interpretarse como un síntoma ya que no existe una relación inequívoca entre el mismo y la presencia de la patología descrita.
- y que se utilizarán maniobras clínicas y/o técnicas de imagen como métodos de diagnóstico.

3. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS.

Con este trabajo pretendemos obtener pautas, para la utilización del ejercicio físico durante todo el proceso lesional, que nos permitan poder elaborar un protocolo de cuantificación de cargas que posteriormente adaptaremos en función del contexto deportivo específico.

El objeto de estudio de esta investigación se encuentra enmarcado dentro del área de preparación física y/o readaptación físico-deportiva. Es ampliamente reconocido que la actividad física adaptada tiene un efecto positivo en la mejora de la calidad de vida de los deportistas y en el proceso de reeducación funcional deportiva, por lo tanto, nos vamos a plantear la siguiente hipótesis de trabajo:

“La actividad física es una herramienta útil en el proceso de readaptación físico-deportiva de los deportistas con espondilólisis y/o espondilolistesis”.

La hipótesis persigue responder a una situación social real que posee variables comprensibles, precisas, concretas y una relación clara y lógica entre ellas. De esta manera, la hipótesis formulada debería responder a la necesidad de utilizar el ejercicio físico, con criterios de cuantificación de la carga adaptados a cada situación lesional, para optimizar el proceso de readaptación físico-deportiva.

La variable independiente del estudio es el papel del ejercicio físico como estrategia de actuación fundamentada en criterios de progresión funcional y cuantificación físico-deportiva (con parámetros como intensidad, duración, velocidad de contracción, etc). Las variables dependientes son el resultado producido en la rehabilitación de los síndromes espondilolíticos/listésicos para la posterior reincorporación de los deportistas.

Buscaremos la respuesta analizando en los artículos los siguientes apartados: el mecanismo lesivo, la etiología, el marco de propuesta de reeducación funcional deportiva, los medios de control y seguimiento y, sobre todo, los criterios de reincorporación deportiva.

Parafraseando a Paredes (2009) en su tesis doctoral, la idea de realizar estudios futuros donde se investigue la aplicación de diferentes números y frecuencias de sesiones de tratamientos en deportistas lesionados es la que creará un fondo de conocimiento alrededor de la readaptación del deportista a la competición, huyendo de pautas inespecíficas e inadaptadas al paciente, siendo este el principal beneficiario. De ahí, la esencia de esta investigación.

4. EL PROCESO DE INVESTIGACIÓN.

El proceso de investigación ha pasado por las siguientes fases:

1. Establecer el enunciado del problema.
2. Consultar fuentes secundarias.
3. Determinar los descriptores.
4. Buscar fuentes primarias.
5. Leer, analizar, seleccionar la información recopilada.
6. Resultados y conclusiones.

Los artículos seleccionados tienen como objeto de estudio a deportistas, tanto amateur como profesionales, que se encuentran en un proceso de reeducación funcional deportiva de un síndrome espondilolítico y/o espondilolistésico.

5. METODOLOGÍA.

La revisión bibliográfica responde a la siguiente estrategia: búsqueda de artículos científicos publicados en las Bases de Datos: MEDLINE (PubMed) y SPORTDiscus, relacionados con la espondilólisis y/o espondilolistesis en deportistas tanto amateurs como profesionales. Antes de realizar la búsqueda hemos consultado el buscador de términos médicos de Medline (Medical Subject Headings) para identificar los descriptores y establecer la secuencia lógica de búsqueda, con sus correspondientes operadores de truncamiento (OR/AND) para combinar términos. A partir de los resultados obtenidos hemos utilizado la siguientes secuencias de descriptores: 1.- en Medline, "spondylolysis" or "spondylolisthesis" and "Athletic injuries" y hemos seleccionado "humans" como límite; 2.- en SPORTDiscus, ((de "spondylolysis") or (de "spondylolisthesis")) and (de "sports injuries") sin límites. Los criterios de selección responden a dos únicas exigencias, que tengan relación con el tema propuesto y que hayamos podido acceder al artículo completo.

En Medline hemos obtenido, en una primera aproximación 147 artículos y en SPORTDiscus, 56. Tras el proceso de filtrado, con los criterios antes expresados, la búsqueda ha quedado reducida a 83 artículos, 47 en Medline y 36 en SPORTDiscus. La fecha de publicación de los artículos está comprendida entre 1970 y 2011.

Según el tipo de estudio hemos clasificado los artículos en: caso, serie de casos, original, retrospectivo, encuesta basada en un cuestionario, experimental y de revisión o temático (tabla 1). Los cuatro primeros son considerados en esta revisión como fuentes de datos primarios, los tres últimos, como fuentes de datos secundarios. Los artículos en los que se ofrecen datos originales de una investigación (original y retrospectivo) solo representan un 30,3% del total. Los estudios de casos o serie de casos (18,1%) obedecen al interés de los profesionales de compartir su experiencia de diagnóstico y tratamiento con pacientes individuales o agrupados alrededor de un mismo problema clínico, pero carecen de validez externa, porque sus resultados no pueden ser extrapolados a un universo poblacional. Los estudios experimentales (3,6%) versan sobre estudios sobre cadáver y modelo 3D de elementos finitos. Un artículo está basado en una encuesta realizada a 371 traumatólogos de la Sociedad Americana de la Escoliosis. Casi la mitad de los artículos (47%) son

trabajos de revisión o presentaciones temáticas de expertos, cuyo único objetivo es establecer el estado actual del problema o aportar el conocimiento de experto sobre una cuestión determinada.

| Tipo de estudio | n | % |
|-----------------|----|------|
| Caso | 11 | 13,3 |
| Serie de casos | 4 | 4,8 |
| Original | 9 | 10,8 |
| Retrospectivo | 16 | 19,3 |
| Revisión | 39 | 47,0 |
| Experimental | 3 | 3,6 |
| Cuestionario | 1 | 1,2 |
| Total | 83 | 100 |

Tabla 5.1. Tipo de estudio (elaboración propia).

Atendiendo a la profesión del primer autor y al objeto de estudio las disciplinas desde las que se realizan los trabajos quedan expresadas en la tabla 2. Es interesante observar que la gran mayoría de los artículos se han realizado desde el ámbito médico (92,8%) y solo el 6% de los artículos proceden de las Ciencias de la actividad física y del deporte.

| Disciplina | Recuento | % |
|---|----------|------|
| Ciencias de la actividad física y del deporte | 5 | 6,0 |
| Fisioterapia | 4 | 4,8 |
| Medicina deportiva | 15 | 18,1 |
| Medicina Nuclear | 2 | 2,4 |
| Neurocirugía | 1 | 1,2 |
| Quiropráxia | 2 | 2,4 |
| Radiología | 16 | 19,3 |
| Rehabilitación | 7 | 8,4 |
| Traumatología y ortopedia | 31 | 37,3 |
| Total | 83 | 100 |

Tabla 5.2. Disciplinas de estudio (elaboración propia).

Los deportes objeto de investigación quedan reflejados en la tabla 3. La mayoría de los trabajos de revisión han tratado la espondilólisis y/o espondilolistesis en el deporte de forma general, sin dirigirlo a un deporte concreto. El deporte que más atención ha recibido de los investigadores ha sido el cricket. Además, en dos estudios se ha investigado la prevalencia de forma comparativa entre el cricket y la natación o el fútbol. La totalidad de estudios retrospectivos ha recopilado información sobre deportistas que han sido tratados en unas clínicas médicas determinadas o de escuelas deportivas.

| Deporte | n | % |
|----------------|---|-----|
| Atletismo | 3 | 3,6 |
| Beisbol | 1 | 1,2 |
| Cricket | 7 | 8,4 |
| Cricket/Fútbol | 1 | 1,2 |

| | | |
|------------------|----|------|
| Cricket/Natación | 1 | 1,2 |
| Danza | 1 | 1,2 |
| Fútbol | 2 | 2,4 |
| Fútbol americano | 6 | 7,2 |
| Gimnasia | 5 | 6,0 |
| Halterofilia | 1 | 1,2 |
| Natación | 2 | 2,4 |
| Remo | 2 | 2,4 |
| Rugby | 2 | 2,4 |
| Tenis | 1 | 1,2 |
| Varios | 22 | 26,5 |
| No especificado | 26 | 31,3 |
| Total | 83 | 100 |

Tabla 5.3. Espondilolisis y deportes (elaboración propia).

En más del 54% de los artículos no se especifica el sexo de los deportistas. Solo dos de los estudios tratan de la espondilólisis en atletas femeninas, concretamente del Equipo olímpico de gimnasia de EEUU y el otro, revisa las lesiones por sobrecarga en las atletas, adaptándolas a las condiciones anatómicas y fisiológicas propias de las mujeres.

| Sexo | n | % |
|-----------------|----|------|
| Hombre | 22 | 26,5 |
| Mujer | 2 | 2,4 |
| Mixto | 14 | 16,9 |
| No especificado | 45 | 54,2 |
| Total | 83 | 100 |

Tabla 5.4. Espondilolisis y sexo (elaboración propia).

El rango de participantes en los trabajos de investigación es muy variado haciendo muy difícil la comparación entre ellos (tabla 5). Oscila entre un participante en las presentaciones de casos y los 371 participantes del estudio retrospectivo de Iwamoto et al (2005) realizado sobre los jugadores de rugby de una escuela de secundaria. La mayoría de estudios de investigación han utilizado entre 20 y 100 participantes y son series retrospectivas.

| Estudio | Caso | Serie caso | Original | Retrospectivo | Revisión | Experimental | Cuestionario | Total |
|---------------------|------|------------|----------|---------------|----------|--------------|--------------|-------|
| Rango participantes | n | n | n | n | n | n | n | N |
| 1-2 | 11 | | | | | | | 11 |
| 3-9 | | 2 | | | | 1 | | 3 |
| 10-19 | | 2 | 3 | 1 | | 1 | | 7 |
| 20-99 | | | 4 | 11 | | | | 15 |
| 100-199 | | | 1 | 3 | | | | 4 |
| 200-399 | | | 1 | 1 | | | 1 | 3 |
| No especificado | | | | | 39 | 1 | | 40 |
| Total | 11 | 4 | 9 | 16 | 39 | 3 | 1 | 83 |

Tabla 5.5. Número de participantes (elaboración propia).

Para la gestión de citas hemos utilizado el programa informático EndNote (X) y para la realización de estadísticas y tablas, la hoja de cálculo EXCEL y el paquete estadístico SPSS v15.

En la siguiente tabla hemos resumido todos aquellos trabajos de investigación que presentan datos primarios, excluyéndose los de revisión o temáticos.

| Autor | Fecha | Estudio | Participantes | Edad | Deporte | Sexo |
|--------------------|-------|---------------|---------------|---------|------------------|-------|
| Beeler | 1970 | Caso | 1 | 14 | | H |
| Buck | 1971 | Caso | 1 | 14 | Rugby | H |
| Cautilli et al | 1972 | Caso | 2 | 15 | Fútbol americano | H |
| Concannon et al | 2011 | Caso | 1 | 17 | Fútbol americano | H |
| Li et al | 2010 | Caso | 1 | 12 | Beisbol | H |
| Nayeemuddin et al | 2011 | Caso | 1 | 16 | Fútbol americano | H |
| Peer y Newsham | 2005 | Caso | 1 | 21 | Atletismo | H |
| Ranawat y Heywood | 2004 | Caso | 1 | 19 | Cricket | |
| Vrable y Sherman | 2009 | Caso | 1 | 14 | Gimnasia | H |
| Weir y Smith | 1989 | Caso | 1 | 12 | | H |
| Wong | 2004 | Caso | 1 | 26 | | H |
| Nyska et al | 2000 | Caso serie | 4 | 13-18 | Natación | Mixto |
| Sairyo et al | 2009 | Caso serie | 3 | 12-15 | Varios | H |
| Sairyo et al | 2010 | Caso serie | 10 | 12-27 | Varios | Mixto |
| Terai et al | 2010 | Caso serie | 10 | 11-17 | Varios | Mixto |
| Bennett et al | 2006 | Original | 19 | 12-20 | Atletismo | M |
| Debnath et al | 2007 | Original | 42 | 14-35 | Varios | Mixto |
| Engstrom y Walker | 2007 | Original | 76 | 13-17 | Cricket/Natación | H |
| Gregory et al | 2004 | Original | 70 | 11,5-44 | Cricket/Fútbol | |
| Ichikawa et al | 1982 | Original | 607 | | Varios | |
| Kotani et al | 1971 | Original | 26 | 18-24 | Halterofilia | H |
| Miller et al | 2004 | Original | 32 | 12-20 | Varios | Mixto |
| Millson et al | 2004 | Original | 10 | 15-22 | Cricket | H |
| Ozturk et al | 2008 | Original | 129 | 37-54 | Fútbol | H |
| Paxton et al | 2010 | Original | 284 | | Fútbol americano | H |
| Rubery y Bradford | 2002 | Original | 271 | <18 | Varios | |
| Stretch et al | 2003 | Original | 10 | 15-22 | Cricket | |
| Terti et al | 1990 | Original | 45 | 8-19 | Gimnasia | Mixto |
| Malcolm | 1994 | Original | 9 | 12-19 | Varios | Mixto |
| Álvarez-Díaz et al | 2011 | Retrospectivo | 34 | <21 | Fútbol | H |
| d'Hemecourt et al | 2002 | Retrospectivo | 73 | 9-19 | Varios | Mixto |
| Elliott et al | 1988 | Retrospectivo | 33 | | 14-38 | |
| Gregg et al | 2009 | Retrospectivo | 82 | ≤20 | Varios | H |
| Hardcastle | 1993 | Retrospectivo | 23 | 15-25 | Cricket | H |
| Ikata et al | 1996 | Retrospectivo | 165 | 9-18 | Varios | Mixto |
| Iwamoto et al | 2004 | Retrospectivo | 104 | 10-30 | Varios | Mixto |
| Iwamoto et al | 2005 | Retrospectivo | 327 | 15-16 | Rugby | |
| McCarroll et al | 1986 | Retrospectivo | 145 | | Fútbol americano | H |
| Micheli et al | 1980 | Retrospectivo | 31 | | Varios | |
| Papanicolaou et al | 1985 | Retrospectivo | 40 | 8-25 | Varios | Mixto |
| Ruiz-Cotorro et al | 2006 | Retrospectivo | 66 | 12-21 | Tenis | Mixto |
| Sairyo et al | 2005 | Retrospectivo | 13 | 11-20 | Varios | Mixto |
| Sys et al | 2001 | Retrospectivo | 28 | 12-27 | Varios | H |

| | | | | | | |
|---|------|---------------|----|------|--------|-------|
| Wiltse et al | 1975 | Retrospectivo | 17 | 5-22 | Varios | Mixto |
| H: hombre; M: mujer; Mixto: hombres y mujeres; Varios: varios deportes. | | | | | | |

Tabla 5.6. Descripción general de los estudios consultados (elaboración propia).

6. ANÁLISIS DE LOS DATOS.

6.1. Mecanismo lesivo.

La etiología de la espondilólisis es muy variada y controvertida, pero la mayoría de autores está de acuerdo en existen factores hereditarios predisponentes (Standaert y Herring, 2000) y sobre todo, factores mecánicos, que provocan un estrés repetitivo excesivo sobre la pars interarticularis (Beeler, 1970; Wiltse et al, 1975 y Gottschlich y Young, 2011). El traumatismo directo puntual sobre dicha región (Cautilli et al, 1972) como causa de la lesión tiene menos adeptos. También debemos considerar que los defectos del desarrollo (escoliosis, enfermedad de Scheuermann's o espina bífida) que producen un raquis no fusionado, crearán una inestabilidad espinal que facilitará la aparición de esta lesión (d'Hemecourt et al, 2002).

El origen del problema lesional, en cada caso específico, y el contexto lesional jugarán un papel decisivo en el proceso de reeducación funcional deportiva. No obstante, podemos concluir que la mayoría de estudios revisados abogan porque el principal mecanismo lesivo en los síndromes espondilolíticos corresponde a microtraumatismos de repetición sobre la pars interarticular y las predisposiciones genéticas pueden magnificar sus consecuencias. Por tanto, entendemos la espondilólisis como una fractura por estrés causada por movimientos repetitivos que sobrecargan los pedículos vertebrales. Esto es especialmente relevante en deportistas (Standaert y Herring, 2000).

En la espondilolistesis la causa del desplazamiento vertebral anterior se debe a la incapacidad mecánica de fijación de los segmentos vertebrales. Sin embargo, aunque se desconoce la causa concreta que origina el deslizamiento, se sabe que se produce una progresión más rápida en las etapas de crecimiento, niñez y adolescencia (Ikata et al, 1996).

El mecanismo lesional es consecuencia de los movimientos repetitivos de flexo-extensión, hiperextensión, hiperflexión y/o flexión lateral del tronco, con o sin rotación y/o con predisposición genética (Micheli et al, 1980; Stallard, 1980; Elliott et al, 1988; Weir y Smith, 1989; Hardcastle, 1993; Pezzullo, 1999; Elliott, 2000; Luke y Micheli, 2000; Nyska et al, 2000; Standaert y Herring, 2000; Sys et al, 2001; d'Hemecourt et al, 2002; Herman et al, 2003; Hollenberg et al, 2003; McNeely et al, 2003; Bono, 2004; Gregory et al, 2004; Iwamoto et al, 2004; Miller et al, 2004; Millson et al, 2004; Pollard y Fernández, 2004; Ranawat y Heywood-Waddington, 2004; Stasinopoulos, 2004; Wong, 2004; Derrick et al, 2005; Becker, 2006; Ruíz-Cotorro et al, 2006; Wilson et al, 2006; Kruse, 2007; McCleary y Congeni, 2007; Ray y Carlson, 2007; Gellert, 2008; Khan et al, 2008; Nau et al, 2008; Kruse y

Lemmen, 2009; Radcliff, 2009; Vrable y Sherman, 2009; Terai et al, 2010; Álvarez-Díaz et al, 2011; Goltschlich y Young, 2011; Gurd, 2011; Kim y Green, 2011; y Nayeemuddin et al, 2011) asociados en multitud de ocasiones con procesos de herniación lumbar (Papanicolaou et al, 1985). No obstante debemos hacer hincapié en que a pesar de que la mayoría de estudios entienden la hiperextensión como un factor desencadenante y provocador de desórdenes espondilolíticos existen hallazgos contradictorios, demostrándose que la extensión es eficaz en algunos individuos con síndromes espondilolíticos.

También sabemos que existen deportes que tienen una mayor predisposición a provocar lesiones de este tipo, por ejemplo: la gimnasia, el salto con pértiga, el buceo, el fútbol, el hockey, el fútbol americano, la halterofilia, el rugby, el cricket, el tenis, la natación (brazo y mariposa), el remo, la danza y la lucha libre (Weir y Smith, 1989; McCarroll et al, 1986; Bell, 1992; Hardcastle, 1993; Elliott, 2000; Nyska et al, 2000; Herman et al, 2003; Hollenberg et al, 2003; McNeely et al, 2003; Gregory et al, 2004; Millson et al, 2004; Ranawat y Heywood-Waddington, 2004; Ruíz-Cotorro et al, 2006; Kruse, 2007; Nau et al, 2008; Kruse y Lemmen, 2009; y Goltschlich y Young, 2011).

Algunos autores afirman que la incidencia de afectación de estas patologías no depende exclusivamente de un mecanismo específico sino de la dirección y de la magnitud de la fuerza aplicada sobre la estructura, aumentando el porcentaje hasta un 25,9% en los casos de estrés axial (Ichikawa et al, 1982). Stallard (1980) y Bell (1992) atribuyen parte de este padecimiento a técnicas deficientes que acrecientan los rangos articulares de los mecanismos considerados como potencialmente lesivos. Le Huec et al, 1999 proponen que la causa mecánica de estos síndromes se debe a los microtraumatismos que reciben los sujetos en posiciones de hiperlordosis. Esta hipótesis es compartida también por Nau et al (2008) y apuntan que el problema se debe a la energía acumulada al final del rango del movimiento de extensión combinado con el impacto en saltos, toma de contacto con el suelo y desmontes.

Bell (1992) y Elliott (2000) analizan las diferentes técnicas de lanzamiento en el cricket, estableciendo que la que posee un mayor potencial lesivo para esta patología es la técnica de lanzamiento frontal y proponen como solución, el cambio por otra técnica menos agresiva o la reducción del movimiento de contrarrotación del hombro en el momento en el que el jugador carga sobre la pierna contraria.

6.2. Etiología.

En este apartado vamos a utilizar un modelo multifactorial, donde se atienden a los múltiples factores de riesgo que intervienen en una lesión deportiva, huyendo de planteamientos unicasuales. A continuación detallamos las variables que distintos autores asocian con el síndrome espondilolítico.

6.2.1. Edad.

Standaert y Herring (2000) afirman que existe un aumento de esta patología durante la niñez y la adolescencia, fundamentalmente en jóvenes deportistas de entre 5 y 15 años (Stinson, 1996; citado por Pezzullo, 1999). Así, la aplicación de cargas reiteradas en raquis inmaduros parece predisponer a la degeneración progresiva de la pars interarticular (Elliott et al, 1988; Hollenberg et al, 2003; Ruíz-Cotorro et al, 2006; Gregg et al, 2009; Radcliff, 2009; Terai et al, 2010; y Kim y Green, 2011). El proceso de osificación de la pars no culmina hasta los 25 años (McCleary y Congeni, 2007). Otros autores señalan también que es especialmente relevante en etapas de crecimiento (Bell, 1992) y que su frecuencia aumenta significativamente cuando existen predisposiciones familiares (Jackson, 1979).

Un defecto en un raquis inmaduro es considerado como un factor de riesgo de padecer una espondilolistesis (Ikata et al, 1996), obteniéndose la tasa más alta de desplazamiento vertebral durante el crecimiento puberal (Seitsalo, 1991; citado por Nau et al, 2008). En consecuencia, Leone et al, (2011) afirman que la progresión de espondilólisis a espondilolistesis es más probable que ocurra en adolescentes menores de 16 años, existiendo una marcada tendencia a disminuir con la edad.

Rumball et al (2005) llegan a considerar el hecho de que empezar el deporte del remo antes de los 16 años será en sí mismo un factor de riesgo, sin entrar a valorar las cargas y recuperaciones a las que se somete a la estructura lesionada. Hermann et al, 2003 destacan el papel que desempeñan las presiones a las que se somete a niños y adolescentes, por parte de su entorno, para conseguir el máximo rendimiento, sin tener en cuenta que la sobrecarga articular puede desembocar en lesiones de estrés.

6.2.2. Sexo.

Autores como Sakai et al (2010) establecen el sexo como un factor condicionante del riesgo de padecer estas lesiones. No obstante, existe controversia, ya que podemos encontrar investigaciones que afirman que la tasa de síndromes espondilolíticos es mayor en mujeres (Dutton, 2004; citado por Nau et al, 2008) y otras, que por el contrario, señalan que es mayor en varones (Gregg et al, 2009). Además, la mayoría de autores no establecen diferencias de sexo entre sus conclusiones, por esto, debemos considerar que el sexo como factor de riesgo en el síndrome espondilolítico, no está suficientemente investigado.

Nuestro criterio apunta a que estos resultados obtenidos están condicionados por la dificultad del acceso de la mujer al deporte en épocas anteriores y en investigaciones más recientes, por las diferentes modalidades que suelen practicar ambos sexos, siendo la gimnasia y la danza las que más presentan esta patología (Standaert & Herring, 2000). Por tanto, vamos a descartar que exista una

predisposición en función del sexo, pues más bien parece que los datos se encuentran determinados por la situación sociocultural de la época en la cual se realizó cada uno de los estudios revisados.

6.2.3. Lesiones anteriores.

Tal y como hemos comentado con anterioridad, algunos autores consideran que la espondilolistesis es un estadio posterior a la espondilólisis, ya que en la mayor parte de casos examinados los pacientes presentan una lisis previa en la zona de fractura, aunque esta puede evolucionar o no hacia una espondilolistesis. No obstante, y aunque son mucho menos frecuentes, se puede producir una listesis consecuencia de un trauma directo, por lo que no sería necesaria una lisis anterior, pero estos casos representan una ínfima minoría con respecto al total. La degeneración discal también podría ser un factor asociado al desplazamiento vertebral (Ikata et al, 1996).

En cuanto a la aparición de una lisis o listesis condicionada por la preexistencia de otras en un segmento vertebral diferente Sairyó et al (2009) concluyen que no existen razones firmes para considerar que una espondilólisis multinivel se encontrará determinada sólo y exclusivamente por razones biomecánicas.

6.2.4. Factores anatómicos y congénitos.

Las primeras investigaciones realizadas sobre los síndromes espondilolíticos señalan como principal causa de aparición la predisposición genética (Beeler, 1970), pero conforme avanzamos en el tiempo todas coinciden en la predominancia del papel mecánico sobre los factores hereditarios (d'Hemecourt et al, 2002). Wiltse, 1967 (citado por Bell, 1992) atribuye un porcentaje del 31% de riesgo de padecer una espondilolistesis si existe un precedente familiar. En esta línea Albanese y Pizzutillo en 1982 (citado por Leone et al, 2011) afirman que la incidencia de sufrir un síndrome espondilolítico es superior al 69% si se poseen antecedentes familiares.

La etnia como factor predisponente de padecer un síndrome espondilolítico también arroja resultados dispares (Bell, 1992; Standaert y Herring, 2000; y Sakai et al, 2010). No obstante, queremos pensar que los resultados obtenidos están condicionados por las diferencias socioculturales.

Entre los factores anatómicos resaltados en la literatura científica asociados a la espondilolisis/listesis distinguimos:

- Hiperlordosis lumbar (McNeely et al, 2003; Radcliff, 2009; Kim y Green, 2011; y Leone et al, 2011).
- Espina bífida oculta (Standaert & Herring, 2000; y Wong, 2004).

- Mayor longitud del proceso transversal que altera la distribución de cargas en los movimientos de flexo-extensión en la pars interarticular (Ward et al, 2007; y Zehnder et al, 2009; citados por Leone et al, 2011).
- Sacro horizontalizado, aumentando el ángulo posterosuperior de unión con L5 (Sward et al, 1989; citado por Nayeemuddin et al, 2011).
- Déficit en el balance ósteo-articular adecuado (Nyska et al, 2000), acortamiento isquiotibial (d'Hemecourt et al, 2002; Radcliff, 2009; Leone et al, 2011; y Gurd, 2011), debilidad abdominal, rigidez de la fascia toracolumbar e iliopsoas (Kim y Green, 2011; y Gurd, 2011), escoliosis asociada (McCleary y Congeni, 2007; Radcliff, 2009; Gottschlich y Young, 2011) y alteraciones posturales y/o de la marcha (Radcliff, 2009; y Gottschlich y Young, 2011) entre ellas, el signo de Phalen-Dickson (colocado el paciente en bipedestación observamos como sus rodillas y caderas se encuentran flexionadas).
- En los lanzadores de cricket una mayor altura del arco longitudinal del pie hace que la posibilidad de lesionarse sea menor, consecuencia del aumento viscoelástico (Viidik, 1987; Whiting y Zernicke, 1998; citado por Elliott, 2000).

Cogeni (2000) (citado en Gurd, 2011) describe tres modelos clásicos de pacientes con espondilólisis:

- Tipo I: mujer hiperlordótica con hiperflexibilidad dedicada a la gimnasia rítmica.
- Tipo II: hombre musculado en crecimiento con limitación de la flexibilidad dedicado al fútbol americano.
- Tipo III: atleta nuevo en su deporte, con debilidad abdominal y pobre control de su tronco.

6.2.5. Entrenamiento, competición y recuperación.

Conjugar y compatibilizar estos 3 conceptos determinará aspectos tan relevantes como el éxito deportivo y/o que el deportista padezca el menor número de lesiones.

El aumento de lesiones por sobreuso se encuentra determinado por el nivel competitivo del deporte (Stallard, 1980; y Herman et al, 2003), y el consiguiente aumento de la exigencia física y deportiva, con descansos más pequeños (Bell, 1992; Elliot, 2000; Nyska et al, 2000; Herman et al, 2003; Bono, 2004; Pollard y Fernández, 2004; Rumball et al, 2005; y Becker, 2006).

La aparición de una espondilolisis o una espondilolistesis estará determinada desde el punto de vista del entrenamiento deportivo por múltiples factores como por ejemplo: programas de entrenamiento poco específicos, desestructurados, pobremente definidos y que desatienden a criterios de cuantificación de la carga (Bell, 1992; y Nyska et al, 2000); incrementos no progresivos del volumen de entrenamiento o no adaptados al momento de la temporada (Nyska et al, 2000); técnicas

deportivas deficientes, no supervisadas ni analizadas al detalle (Stallard, 1980; Bell, 1992; Pollard y Fernández, 2004; y Becker, 2006); utilización excesiva de material específico y anexo que pueda alterar la distribución de las cargas y de la mecánica deportiva (Nyska et al, 2000; y Ogon et al, 2001, citado por Bono, 2004); incrementos excesivos de la intensidad y frecuencia de ejercitación físico-deportiva (Herman et al, 2003; Bono, 2004; y Becker, 2006); desajustes entre carga-descanso, o en el caso concreto de la natación entre el trabajo en seco y en agua (Pollard y Fernández, 2004; y Rumball et al, 2005); no encontrarse el trabajo de refuerzo de físico-deportivo con sobrecargas supervisado o no poseer el deportista una experiencia excesiva para su realización (Rumball et al, 2005); presiones externas que obligan a alterar los procesos de regeneración y/o recuperación (Bell, 1992); demandas de la posición desempeñada por el jugador (Herman et al, 2003); y no realizar una rutina de calentamiento (Bono, 2004).

6.2.6. Déficits nutricionales y/u hormonales.

La resistencia normal del hueso puede disminuir de forma ostensiva debido a diferentes factores hormonales o nutricionales. Así, Peer y Newsham (2005) encuentran una espondilólisis lumbar recurrente asociada a osteoporosis, por alcoholismo del paciente. McCleary y Congeni (2007) piensan que una nutrición deficiente en las atletas femeninas ocasiona disminución de la densidad ósea, y por consiguiente se facilita la aparición de fracturas por estrés. Li et al (2010) nos muestran un caso de hipertiroidismo con déficit de vitamina D y las consecuencias que este posee a nivel óseo. En estas investigaciones se resalta la importancia de chequear la calidad ósea puesto que una deficiencia en la misma alterará los procesos de regeneración del tejido óseo haciéndolo más vulnerable al estrés, y por tanto más susceptible de padecer lesiones por sobreuso como la espondilolisis y/o espondilolistesis.

6.3. Propuestas de reeducación funcional deportiva.

Entendemos el proceso de reeducación funcional deportiva como el conjunto de medidas de prescripción de ejercicio y agentes físicos orientados a prevenir o hacer reversibles los efectos de la inactividad y retornar a los deportistas a su nivel de forma competitivo.

Algunos autores estiman la prevalencia de la espondilólisis es de un 6% en la población general, mientras que entre los atletas puede alcanzar hasta un 43% (Derrick et al, 2005). La espondilólisis es más frecuente entre los adolescentes debido a que la pars interarticular no ha madurado completamente y es más susceptible a las lesiones de estrés.

No todos los autores, como en apartados anteriores, piensan lo mismo sobre el objetivo del tratamiento y la fase de reincorporación deportiva. Kim y Green (2011) creen que el objetivo se reduce a mitigar los síntomas y permitir un retorno seguro a las actividades deportivas. Leone et al (2011) piensan que lo fundamental es reducir el dolor y favorecer la cicatrización ósea. Igualmente,

para Ray y Carlson (2007) el objetivo principal del tratamiento de la espondilólisis en los casos potencialmente curativos debe ser la restauración de la unión ósea. En cambio, Pezzullo (1999) cree que el objetivo no es la consolidación ósea sino generar mecanismos para que el atleta vuelva a competir sin dolor. Dunn et al (2006), piensan de forma parecida, para ellos el alivio del dolor y el mantenimiento de la función son importantes, pero son objetivos secundarios. Lo principal es el alivio de los síntomas, la restauración de la fuerza y la flexibilidad, de modo que se pueda reanudar la plena participación al deporte. Herman et al (2003) conceden más importancia al alivio del dolor, a la curación total de la fractura y a la prevención de la progresión a una pseudoartrosis.

El tratamiento de la espondilólisis puede ser conservador o quirúrgico. El tratamiento conservador es ampliamente aceptado y presenta altos porcentajes de éxito (desde un 80% según d'Hemecourt et al (2002), a un 91 % según Miller et al (2004). La espondilolistesis de bajo grado (<50%) puede ser tratada también de forma conservadora con similares resultados a la espondilólisis. El tratamiento quirúrgico está indicado cuando fracasa el tratamiento conservador, en la espondilolistesis (grados III y IV), y cuando aparecen síntomas neurológicos (Radcliff, 2009; Gurd, 2011). Existe una gran variedad de técnicas quirúrgicas, difícilmente comparables, pero ninguna ha demostrado superioridad sobre las demás. Incluso con la fusión espinal, muchas personas pueden volver a practicar deportes después de varios meses de rehabilitación, aunque un número significativo de atletas no podrá reanudar su nivel de actividad anterior a la lesión (Radcliff, 2009). En cualquier caso los cirujanos deberían ser capaces de corregir completamente la lesión infringiendo el mínimo de daño tisular al atleta (Marais y Vlok, 2000).

No existen protocolos de tratamiento suficientemente probados para el tratamiento de la espondilólisis, pero se pueden observar algunos principios generales. Ya que las lesiones son producto de repetidos microtraumatismos generados, en este caso, por el deporte, lo primero que hay que hacer es evitar el fenómeno desencadenante. El segundo paso sería mantenerse en reposo absoluto o relativo, para reducir el dolor y favorecer la cicatrización ósea. La reincorporación al deporte se hace después de varias semanas o meses, de forma progresiva y si han desaparecido los síntomas. En esta fase es importante un programa de ejercicios físicos para ayudar a estabilizar la columna vertebral y fortalecer la musculatura (Derrick et al, 2005).

Podemos observar como el reposo absoluto recomendado en las primeras investigaciones de los años setenta ha sido sustituido en la actualidad por un reposo controlado o relativo para evitar la pérdida de la forma deportiva. Aunque esta forma de reposo dependerá de la sintomatología presentada, de la cicatrización ósea y el éxito del protocolo de reeducación (Le Huec et al, 1999).

La pauta más común es el cese de la actividad deportiva para evitar la respuesta dolorosa. Aunque actualmente se tiende a sustituir el reposo absoluto por el reposo relativo (Weir y Smith, 1989;

Hardcastle, 1993; Le Huec et al, 1999; Pezzullo, 1999; Luke y Micheli, 2000; Sys et al, 2001; Herman et al, 2003; Nayeemuddin et al, 2011; y Leone et al, 2011) es decir, por la práctica de actividades físico-deportivas poco agresivas para la columna lumbar (Stallard, 1980; y Hardcastle, 1993) y por hábitos posturales más saludables (Le Huec et al, 1999) que evitarían los efectos de la inactividad total en el deportista.

Entre las medidas físicas para la estabilización de la columna está ampliamente difundido el uso del corsé antilordótico (tipo Boston), pero no por ello está exento de controversias. Algunos autores llegan a recomendar su uso hasta 23 horas diarias (Sys et al, 2001; D'Hemecourt et al, 2002; Miller et al, 2004; y Ray y Carlson, 2007). Aunque hay otros autores que creen que el uso de estos corsés no produce resultados significativos en la consolidación de la lesiones activas, pero si pueden aliviar el dolor (Micheli et al, 1980; McCarroll et al, 1986; y Ruíz-Cotorro et al, 2006). Herman et al (2003) piensan que su utilización debería quedar relegada a deportistas que no responden inicialmente a las medidas de estabilización lumbopélvica.

Una forma de prevenir las lesiones deportivas pasa por el conocimiento de la biomecánica, ya que la mayoría de lesiones se producen durante el entrenamiento por sobrecarga debido a una deficiente técnica (Pollard y Fernández, 2004). Elliott (2000) propone corregir las asimetrías propias de algunos deportes como el cricket, adaptando la técnica. Rumball et al (2005) proponen como medidas preventivas realizar entrenamientos cruzados en pretemporada para corregir deficiencias características del deporte, entrenamiento del core, aumentar la flexibilidad de las extremidades inferiores y la región lumbar.

Son numerosos los autores que abogan por el uso de la fisioterapia a lo largo de todo el tratamiento (McCarroll et al, 1986; Luke y Micheli, 2000; Standaert y Herring, 2000; Stretch et al, 2003; Debnath et al, 2007; McCleary y Congeni, 2007; y Nayeemuddin, 2011). Standaert, (2002b) en su artículo sobre las nuevas estrategias en el manejo de lesiones lumbares en gimnastas aboga por el principio de especificidad. La especificidad se deriva el conocimiento de que las adaptaciones al entrenamiento son específicas del estímulo aplicado. Los tipos de contracción muscular (excéntrica vs concéntrica), velocidad de ejecución, ángulo de la articulación, y la demanda metabólica son los únicos factores de una actividad a la que el cuerpo responde y se adapta. Propone clasificar la lesión en fases y fundamentar la recuperación en el control neuromuscular multiplanar que satisfaga las demandas deportivas específicas del atleta.

Wong (2004) cree que el tratamiento debe ser adaptado específicamente a cada deporte. Así, algunos autores proponen el acondicionamiento aeróbico de bajo impacto, la estabilización lumbopélvica, el aumento gradual del nivel de actividad orientado hacia entrenamientos más específicos y la reeducación del gesto técnico (Marais y Vlok, 2000; Luke y Micheli, 2000; Tallarico et al, 2008). Para

Pezzullo (1999) es importante evitar la hiperextensión lumbar, activar la musculatura profunda del raquis y controlar la posición pélvica.

En las etapas intermedias se puede utilizar el entrenamiento cardiovascular (bicicleta estática o natación) para evitar que el atleta pierda la forma (Derrick et al, 2005; Becker, 2006). Otros autores utilizan programas de fortalecimiento para corregir desequilibrios de grupos musculares específicos, por ejemplo: abdominales (Elliott, 2000; Miller et al, 2004), flexores de la cadera, erectores espinales, glúteos y multifidos (Pollard y Fernández, 2004). McNeely et al (2003) proponen el uso de la estimulación eléctrica. Stasinopoulos (2004) incluso realiza incluso una revisión bibliográfica para evaluar el grado de penetración que tiene esta novedosa técnica en la bibliografía. Se pregunta si la estimulación eléctrica externa podría ser usada para disminuir el dolor y para curar la espondilólisis, pero solo encuentra dos artículos que han utilizado esta técnica en otras partes del cuerpo y además, sus resultados no son concluyentes.

De Kruse y Lemmen (2007) en su artículo sobre lesiones entre los gimnastas, podríamos entresacar un protocolo de rehabilitación tipo, que dividen en tres fases. La primera fase pretende el control del dolor y la inflamación con restricción deportiva aplicación de hielo y/o calor según sea necesario, isometría abdominal, antiinflamatorios (AINES), electro-estimulación, acupuntura o corsé. La segunda fase se centrará en la recuperación progresiva del rango de movimiento con ejercicios que mejoren la fuerza y la flexibilidad específica, valoración de la fuerza y flexibilidad de las articulaciones adyacentes, aumento de la estabilidad muscular de la columna vertebral, incremento de la capacidad de acondicionamiento de la espalda, restauración del tamaño muscular, la fuerza y la resistencia y restablecer la coordinación de la actividad muscular. Por último, la fase específica con movimientos propios de cada deporte. Después de la rehabilitación se necesitará un periodo para que el deportista vuelva a adquirir su forma deportiva y un trabajo preventivo para evitar la recaída.

La última fase y no por ello exenta de controversia es la del retorno al deporte. Dunn et al (2006) establecen las diferencias entre las expectativas de reincorporación deportiva de un atleta aficionado y otro profesional. Mientras que para el primero, el cese de la actividad puede resultar desafortunada, pero aceptable, para el profesional, que vive de eso, es desalentadora.

Herman et al (2003) creen que las recomendaciones para el retorno al deporte (Return to play) se deben hacer para cada atleta individualmente en base a su diagnóstico específico, la respuesta al tratamiento y el tipo de actividad deportiva. Tallarico et al (2008) nos dicen que en última instancia la decisión de retornar a la competición en deportistas profesionales debe ser individualizada y con frecuencia se basa en las opiniones de los propios atletas, entrenadores, fisioterapeutas y preparadores físicos.

Para que un atleta se reincorpore a la práctica deportiva debería alcanzar un excelente resultado funcional después del tratamiento que le permita poder alcanzar el mismo nivel de rendimiento que tenía antes de la lesión. La columna lumbar debería ser capaz de soportar fuerzas similares a las que provocaron la lesión (Dunn et al, 2006).

Pero tampoco existe un criterio unificado de reincorporación deportiva. La mayoría de autores piensan que la principal exigencia para el retorno es la ausencia de dolor (Herman et al, 2003; Miller et al, 2004). Tallarico et al (2008) van más allá y creen que en ausencia de importantes hallazgos neurológicos, es permisible retornar a un atleta a la competición una vez que ha demostrado un retorno funcional a niveles de rendimiento pre-lesional, incluso si no han alcanzado un estado totalmente asintomático.

Por último, vamos a acabar con una reflexión de Standaert, (2002b): El estudio de los deportistas con lesiones lumbares ha recibido muy poca atención en la literatura médica y por tanto, las estrategias para el diagnóstico y tratamiento de los atletas con esta patología debe derivarse de un profundo conocimiento de la fisiopatología, la epidemiología y la historia natural de este trastorno, junto con la literatura disponible.

6.4. Medios de control y seguimiento.

6.4.1. El examen físico.

El diagnóstico precoz de una espondilólisis es fundamental para el correcto tratamiento de la lesión, impedir el progreso de la lesión, evitar la aparición de complicaciones, acelerar la recuperación funcional del deportista y facilitar su pronto retorno a la actividad deportiva. El diagnóstico se establece a partir de la exploración médica, en primer lugar y, posteriormente, de las exploraciones complementarias, en este caso, pruebas radiológicas y de medicina nuclear.

Leone et al (2011) establecen que la espondilólisis lumbar es un proceso que se desarrolla por etapas. La lesión comienza como una reacción de estrés en la pars interarticulares sin interrupción cortical, generalmente permanece oculta a la radiografía y TAC (grado 1). Con el tiempo y repetidos microtraumatismos puede evolucionar a fractura incompleta (etapa 2) y posteriormente, a fractura completa (etapa 3). Finalmente, si en este proceso no ha habido curación, es decir, no se ha producido la cicatrización ósea, con el tiempo se convierte en una pseudoartrosis crónica inactiva (etapa 4).

Sairyo et al (2005) clasifica los defectos espondilolíticos en tres etapas: temprana, progresiva y terminal. Una delgada línea es visible en la etapa temprana y una hendidura en la fase progresiva. En la fase terminal se forma una pseudoartrosis que no tiene posibilidad de formar una unión ósea sin cirugía.

Un diagnóstico precoz haría posible el tratamiento conservador en las primeras etapas de la lesión y evitaría la cirugía, con muy buenos resultados funcionales para los deportistas (Wiltse, 1975; Luke et al, 2000; Debnath et al, 2007; Álvarez-Díaz et al, 2011; y Leone et al 2011). La mayor garantía para la recuperación completa de un atleta, con la menor cantidad de tiempo perdido en el entrenamiento y la competición, se consigue con un diagnóstico y un tratamiento precoz (Kruse y Mehta, 2007).

No se ha escrito mucho sobre el examen físico y los signos clínicos de la espondilólisis y aún menos sobre la prevención. Los algoritmos de diagnóstico y tratamiento óptimos de la espondilólisis no están bien identificados en la literatura actual (Standaert y Herring, 2000).

El principal síntoma clínico de la espondilólisis lumbar es el dolor de espalda y la radiculopatía raramente ocurre sin espondilolistesis (Sairyo et al, 2010; y Concannon et al, 2011). Pero también se reconoce que los síntomas que son comunes a la espondilólisis están a menudo presentes en el dolor de espalda inespecífico y existen limitaciones para llegar a un diagnóstico claro basándose sólo en las características del paciente, la historia y el examen físico (Gregg et al, 2009).

Bennett et al (2006) definen el dolor lumbar en deportistas como cualquier dolor de espalda baja que limita el entrenamiento en cualquier grado. Wiltse et al (1975) señalan que una especial atención debe prestarse a jóvenes y adolescentes con dolor lumbar y espasmo de la musculatura paravertebral, ya que la incidencia de aparición de espondilólisis en ellos se dispara. Un tratamiento temprano y ajustado evitará el progreso hacia grados superiores pues la lesión puede progresar hasta el deslizamiento vertebral o espondilolistesis. Para Kotani et al (1971) el dolor lumbar es un síntoma frecuente en las personas que están participando en activamente en algún tipo de deporte y el alcance exacto de la lesión depende del tipo de deporte practicado. Millson et al (2004) utilizan una escala subjetiva del dolor, de 0 a 10, para realizar un seguimiento durante todo el proceso lesional.

La presentación clínica de la espondilólisis es descrita por muchos autores como una lumbalgia que se irradia, ocasionalmente, a la nalga o a las extremidades inferiores proximales (Standaert y Herring, 2000; Radcliff et al, 2009; y Gregg et al, 2009). El dolor puede aparecer de forma gradual o comenzar después de una lesión aguda. Los síntomas leves pueden permanecer durante algún tiempo con un empeoramiento agudo después de un evento particular. Algunos autores consideran que las actividades relacionadas con la extensión de la columna lumbar o, particularmente, con la rotación de la misma, pueden exacerbar los síntomas. Otros creen que el dolor de espalda se ve agravado con la bipedestación y con el movimiento activo que implica extensión de la columna lumbar (Radcliff et al, 2009).

El examen físico puede revelar hipersensibilidad localizada, espasmos musculares, rigidez de la musculatura isquiotibial, disminución de la lordosis lumbar, escoliosis funcional y, en los grados mayores, una evidente inestabilidad en la marcha (Radcliff et al, 2009). Se debe establecer un

diagnóstico diferencial con otras causas de dolor lumbar como esguinces musculares o ligamentosos, enfermedad de Scheuerman, hernia de disco, traumatismo agudo, tumores e infecciones (Nyska et al, 2000).

El signo patognomónico más extendido en la literatura es la reproducción del dolor mediante la realización del test de hiperextensión unipodal o maniobra de Stork (The single leg hyperextensión test). Aunque este test también puede generar confusión y aparecer como positivo en otras patologías de la columna lumbar (Standaert y Herring, 2000). Por lo tanto no debería ser considerado específico de una espondilólisis (Kruse y Lemmen, 2009) y los médicos que evalúen una predisposición al desarrollo de una espondilólisis no pueden depender sólo de la capacidad predictiva del test. Los resultados de esta maniobra deben ser evaluados en el contexto del cuadro clínico general (Standaert y Herring, 2000; Kruse y Lemmen, 2009; y Gregg et al, 2009).

En un detallado artículo, Gurd, (2011), hace hincapié en que el examen físico y clínico es la primera y más importante herramienta para el diagnóstico de la patología lumbar en los atletas adolescentes. La posibilidad de obtener una historia clínica detallada es a menudo subestimada, pero es de vital importancia. El examen clínico de los jóvenes atletas debe ser muy cuidadoso y debería ponerse el mismo énfasis en la anamnesis, la exploración física y los estudios de imagen. Si se realiza correctamente puede ayudar a enfocar los estudios de imagen y evitar los innecesarios. Entender la causa del dolor de espalda ayudará al médico a comunicar las expectativas y limitar la frustración del deportista, su familia y entrenadores. Una gestión adecuada de este proceso permitirá el retorno a la actividad física y limitar los riesgos (Gurd, 2011).

6.4.2. Diagnóstico por imagen.

La visualización por técnicas de imagen de una lesión en la pars articularis es esencial para confirmar el diagnóstico clínico de espondilólisis (Gregg et al, 2009). Las técnicas de imagen se utilizan para visualizar la espondilólisis y distinguir las lesiones agudas y activas de la lesiones crónicas e inactivas (pseudoartrosis) y ayudan a establecer el pronóstico de la lesión, el protocolo de tratamiento y la curación ósea (Leone et al, 2011).

La radiología simple ha sido y continúa siendo la herramienta clásica para la detección de lesiones espondilolíticas. Pero con el paso del tiempo y los avances técnicos en los campos de la radiología y la medicina nuclear otras modalidades de imagen han demostrado tener más utilidad en el diagnóstico de las lesiones de columna lumbar en deportistas. En el campo de la radiología o departamentos de diagnóstico por imagen, como se llaman últimamente, se ofrecen las siguientes herramientas diagnósticas: la radiología simple, la TAC (tomografía axial computarizada) y la RM (resonancia magnética). En el campo de la medicina nuclear: la gammagrafía ósea y el SPECT (tomografía

computarizada por emisión de un fotón único). Gammagrafía ósea, RM y SPECT ofrecen como ventaja añadida que no utilizan la radiación ionizante como principio físico para generar las imágenes.

Hasta los años 70, las técnicas diagnósticas se limitaban a la radiología simple de la columna lumbar: radiografías en proyección de frente (AP), perfil (lateral) y ambas oblicuas a 45°, en decúbito supino o bipedestación. Pero, aún ahora, la mayoría de los estudios sobre la espondilólisis sigue utilizando la radiología simple y gran parte de la literatura sobre la prevalencia de espondilólisis se basa únicamente en ella (Standaert y Herring, 2000; Standaert, 2002a y b). La lesión en la radiografía oblicua tiene la apariencia de un perrito con el cuello roto y es un signo patognomónico de espondilólisis que se conoce con el nombre de "Scotty dog" o "perrito de Lachapelle". En la proyección AP, el signo clínico de espondilólisis es la desviación lateral de la apófisis espinosa, debido a la rotación asociada, hacia la más corta de las dos láminas. La radiografía lateral en bipedestación sirve para diagnosticar la espondilolistesis y para identificar el grado y el ángulo de deslizamiento (Luke et al, 2000).

No obstante, las radiografías presentan algunas limitaciones, por ejemplo, la radiografías oblicuas a 45° por sí solas no son fiables en la identificación de las lesiones espondilolíticas, por lo que son necesarias múltiples proyecciones para una óptima visualización de las mismas (Standaert y Herring, 2000). Además, la interpretación de las radiografías está sometida a diferencias interobservador (Papanicolaou et al, 1985) y muestran un alto índice de inexactitud en función del posicionamiento y la penetración o densidad radiográfica (Nyska et al, 2000).

En los años 80, se realizan varios estudios comparativos sobre la indicación de la radiología versus la gammagrafía ósea en el diagnóstico de la espondilólisis (Papanicolaou et al, 1985; Elliott et al, 1988 y Sys et al, 2001). La gammagrafía puede detectar las fracturas por estrés antes de que sean evidentes en las radiografías, es lo que se conoce como etapa sub-radiológica (Elliott et al, 1988; y Miller et al, 2004). En los pacientes con gammagrafías positivas, la detección precoz de la reacción de estrés puede acortar el período de recuperación y permitir que el atleta vuelva antes a la competición (Papanicolaou et al, 1985).

En estos años, se empieza a utilizar la tomografía axial computarizada (TAC) para visualizar la pars interarticularis, pero es una técnica novedosa y la interpretación de las imágenes todavía resulta difícil, debiéndose extremar las precauciones para evitar errores diagnósticos (Grogan et al, 1982 en Elliot et al, 1988). Aunque unos años más tarde Standaert y Herring (2000) manifiestan que la exploración por TAC ha demostrado ser más sensible que la radiografía simple en la visualización de lesiones de la pars. Otros autores van más allá y establecen que la TAC sería la técnica de imagen de elección para la identificación de espondilólisis. La capacidad de los modernos equipos de TAC para

obtener imágenes axiales con cortes finos del hueso y reconstrucciones sagitales de alta calidad permite el diagnóstico definitivo de una espondilólisis (Hollenberg, 2003).

La especificidad del SPECT supera la capacidad de la gammagrafía ósea para el diagnóstico de lesiones incipientes de la columna en deportistas. El SPECT ofrece imágenes parecidas a las de la TAC, pero con distinto principio físico. El tomógrafo registra fotones emitidos por un isótopo radioactivo que previamente se ha inyectado por vía intravenosa y posteriormente los transforma en imágenes. Tanto para su desarrollo como para el del TAC y la RM, ha sido necesario un gran avance en la investigación computacional.

Malcolm (1994) presenta nueve casos de adolescentes que no fueron diagnosticados de espondilólisis ni con el examen físico y ni con la gammagrafía ósea y con SPECT se detectaron lesiones de estrés en la pars interarticularis. Para Malcolm, el análisis con SPECT debe ser una condición sine qua non para el estudio del dolor de espalda en adolescentes y, si se utiliza como primera opción, se podría evitar la radiación innecesaria de los mismos. Hollenberg (2003) cree que la gammagrafía ósea y SPECT son muy sensibles a los cambios en el metabolismo óseo y son positivos en la espondilólisis aguda, pero pueden no detectar las lesiones crónicas.

La capacidad de distinguir entre las lesiones sintomáticas y asintomáticas hace del SPECT una herramienta de evaluación muy útil en la evaluación de un atleta adolescente con una sospecha de lesión sintomática de la pars interarticularis. Un SPECT positivo generalmente debe ser complementado por otras exploraciones, por lo general una exploración por TAC de la región de interés, para aclarar la causa de la anomalía (por ejemplo, fractura de la pars, fractura facetaria o artropatía, apofisitis, osteoma osteoide, etc.). Un resultado negativo del SPECT excluye esencialmente una lesión aguda de la pars y debe llevar a la consideración de nuevas posibilidades diagnósticas (Standaert y Herring, 2000).

La TAC es claramente más sensible que la radiografía simple y más específica que la gammagrafía y además, puede revelar más detalles acerca de la naturaleza y el origen de un defecto óseo que el SPECT. Tiene la ventaja añadida de que muestra otra patología espinal, que no se identifica con las imágenes de radionúclidos. Pero las sensibilidades relativas de TAC y SPECT no están completamente claras y la verdadera relación entre los dos va a ser difícil de evaluar sin un ensayo controlado. Lo mejor es pensar en ellas como pruebas complementarias, cada una mostrando un aspecto diferente del estado anatómico y fisiológico del hueso (Standaert y Herring (2000).

Aunque la resonancia magnética no es una técnica muy interesante para el diagnóstico de la fractura ístmica (Le Huec et al, 1999), es muy sensible para detectar la patología asociada de los tejidos blandos adyacentes, que no se pueden detectar con otras técnicas de imagen (Hollenberg, 2003; y Standaert, 2002a). Además, no utiliza radiación ionizante y tiene la capacidad de descartar otras

posibles causas de dolor lumbar como por ejemplo: la hernia de disco, el edema medular o los tumores (Standaert, 2002a). En contraposición Hollenberg (2003) plantea que en su práctica rutinaria con RM son capaces de visualizar las primeras etapas de la reacción de estrés de la pars interarticularis, las etapas intermedias, cuando se está adelgazando y fragmentando la pars y la fractura completa. Además sus especialistas en medicina deportiva y ortopedia prefieren la RM a la gammagrafía y TAC, porque no necesita radiación ionizante o radiofármaco inyectado. La RM proporciona información adicional acerca de las anomalías asociadas, tales como hernia o degeneración del disco o invasión del foramen neural, que pueden ser otras patologías responsables de los síntomas de los pacientes. La mayor sensibilidad de la RM en comparación con otras modalidades permite una intervención más rápida (Hollenberg, 2003).

Como vemos existe bastante controversia entre los distintos autores sobre la correcta indicación de cada una de estas técnicas en el diagnóstico de la espondilólisis. Es evidente, a partir de la revisión de la literatura, que las opiniones varían ampliamente sobre el protocolo de imagen apropiado para la evaluación de la espondilólisis. Sin embargo, la mayoría está de acuerdo en que las radiografías, aunque con limitaciones, son una herramienta de detección razonable debido a la rentabilidad y la facilidad de obtener rápidamente el estudio. La combinación de la TAC y SPECT proporcionan la información anatómica y fisiológica necesaria y la RM ha demostrado potencial para demostrar ambos aspectos en ciertos estudios clínicos (Luke et al, 2000).

Aunque, hoy día, los avances en los estudios radiológicos han aumentado la capacidad del médico para diagnosticar la espondilólisis en las fases precoces y para revelarla con mayor detalle anatómico (Miller et al, 2004), los artículos más recientes tampoco proponen un protocolo claro.

Nyska et al (2000) recomiendan una gammagrafía ósea como primera técnica de elección en los casos en que la historia y la exploración física sugieren la presencia de espondilólisis. Para McCleary y Congeni (2007) la radiología simple es una herramienta de detección razonable debido a la rentabilidad y la facilidad de obtener rápidamente el estudio. Gurd, (2011) también se inclina porque la radiología simple de la columna vertebral sea la modalidad de imagen de primera elección para estudiar la espondilólisis y la espondilolistesis Leone et al, (2011) creen que la TAC espiral multicorte con reconstrucciones multiplanares es la modalidad más exacta para detectar la fractura ósea, pero la resonancia magnética (RM) debería ser utilizada como técnica de investigación primaria ante la sospecha de una reacción precoz de estrés en la pars interarticular. Hollenberg et al (2003) nos dicen que la evaluación de la sospecha de espondilolisis generalmente comienza con radiografías simples, seguido de una RM porque proporciona detalles adecuados de la pars y las estructuras circundantes y permite una intervención más temprana.

Ruiz-Cotorro et al (2006), proporcionan un protocolo preciso y fundamentado en su artículo sobre la espondilólisis en tenistas jóvenes. Para ellos cada prueba de imagen tiene unas propiedades y características particulares y, por lo tanto, una aplicación diagnóstica distinta. La combinación de estas pruebas proporciona una idea específica del momento en la historia natural de la lesión. A los deportistas con lumbalgia de más de una semana se les realiza radiografías simples. Cuando el dolor persiste más de dos semanas se estudian con gammagrafía ósea o SPECT para valorar la actividad metabólica de la lesión y la antigüedad de la misma. Se solicita una TAC cuando los estudios radiográfico e isotópico son positivos y se quiere evaluar el estado exacto de los bordes de la lesión. Solo realizan RM si quieren evaluar las lesiones asociadas o en los pocos casos sugerentes de cirugía.

Algunos autores establecen la necesidad de realizar más ensayos controlados con el fin de aclarar este debate y proporcionar un protocolo claro de imagen que sea sensible y específico de la espondilólisis y que sea viable en el entorno clínico (McCleary y Congeni, 2007; y Kim y Green, 2011).

6.5. Criterios de reincorporación deportiva.

Al principal criterio al que recurren la mayoría de publicaciones científicas revisadas para que el deportista pueda retornar al deporte es que el paciente se encuentre exento de dolor (Beeler, 1970; Jackson, 1979; d'Hemecourt et al, 2002; Millson et al, 2004; Derrick et al, 2005; Peer y Newsham, 2005; Wilson et al, 2006; Debnath et al, 2007; Kruse, 2007; McCleary y Congeni, 2007; Gellert, 2008; Nau et al, 2008; Tallarico, 2008; Kruse y Lemmen, 2009; Álvarez-Díaz et al, 2011; Concannon et al, 2011; Gottschlich y Young, 2011; Gurd, 2011; Kim y Green, 2011 y Nayeemuddin et al, 2011). No obstante, podemos afirmar que respecto al número total de estudios analizados son pocos los que hacen referencia a algún criterio a cumplir para la reincorporación del deportista y menos numerosos aún los que especifican las circunstancias concretas en torno al momento de las altas médicas y deportivas.

Autores como Jackson (1979), Iwamoto et al (2004), Kruse (2007), McCleary y Congeni (2007), Ray y Carlson (2007), Gellert (2008), Gottschlich y Young (2011) y Álvarez-Díaz et al (2011) exigen que además de que el paciente se encuentre asintomático debe existir una consolidación del foco de fractura para poder retornar a la actividad deportiva, algunos incluso especifican la técnica de imagen concreta para valorar dicha situación, como es el caso de Álvarez-Díaz et al (2011), los cuales afirman que el SPECT debe ser negativo.

La funcionalidad y la realización del gesto técnico sin dolor también son aspectos señalados (Stallard, 1980; Marais y Vlok, 2000; Debnath et al, 2007; y Tallarico, 2008), conservando así la neutralidad y estabilidad lumbopélvica durante la realización del mismo (Pezzullo, 1999 y Wong, 2004). Habiéndose debido completar para ello el protocolo de rehabilitación marcado (Standaert,

2002; Kruse y Lemmen, 2009; y Kim y Green, 2011), consiguiéndose por tanto la reeducación prevista en los inicios del programa (Nau et al, 2008), a pesar de que en algunos casos la consolidación ósea no sea total (Kruse y Lemmen, 2009).

La funcionalidad es entendida de manera particular por cada autor. Así, Standaert (2002) considera que para la reincorporación deportiva el sujeto debe estar exento de dolor en los rangos de movimiento que antes eran considerados como patológicos; debe poseer una fuerza lumbopélvica dentro de los límites; una capacidad aeróbica óptima; y conocimientos adecuados sobre el control de su lesión. Miller et al (2004) afirman que es necesario que el deportista se encuentre exento de dolor lumbar en reposo, en hiperextensión y durante la realización de su práctica deportiva con corsé. Derrick et al (2005), proponen la utilización del corsé durante la práctica deportiva si este no afecta al rendimiento, y en el caso de una espondilolistesis no recomienda la vuelta a los deportes de contacto aunque exista osificación. Khan et al (2008), considera que no debe existir dolor a la extensión y que la amplitud de movimiento debe ser completa.

Otros autores como Herman et al (2003) y Radcliff (2009) señalan algunas de las pautas obtenidas en el artículo de Rubery y Bradford (2002), donde se realiza una encuesta a cirujanos miembros de la Sociedad de Investigación sobre la Escoliosis (SRS) sobre el retorno del deportista una vez haya superado la cirugía de espalda de restablecimiento. Así, las opiniones de los mismos son diversas. Tanto para alto y bajo grado de deslizamiento vertebral los cirujanos proponen la reanudación de las clases de educación física de bajo impacto sin contacto y deportes sin contacto a los 6 meses. Los deportes de contacto se comenzarán al año. Sin embargo el 14% de los entrevistados que trataron deslizamientos de bajo grado y el 21% de los que trataron deslizamientos de alto grado creían que esos deportes no siempre debían reanudarse. Entre un 49% y un 58% de los encuestados aseguraban que los deportes donde ocurren colisiones nunca debían reanudarse, y si se permitían, se retenía a los deportistas por lo general durante un 1 año. Además, el 6% que trataron grados I y II de deslizamiento vertebral y el 4% que trataron grados III y IV informaron de resultados negativos que eran atribuibles a la vuelta temprana a la actividad atlética postoperatoria. Algunas de las complicaciones eran fallos en los instrumentos de fijación, hernias de disco, degeneración discal y fracturas por estrés de la masa de fusión después de la eliminación de la instrumentalización.

No obstante Radcliff (2009) concluye que es posible permitir el retorno sin restricciones a la competición sin importar el deporte en aquellos pacientes que se encuentren asintomáticos, mientras que hayan logrado una consolidación estable del foco de fractura, y se encuentren completamente rehabilitados y con su capacidad deportiva en óptimas condiciones. Por lo general, a estos atletas se les permite regresar a la competición al año después de la cirugía. Afirmando que los pacientes que se someten a la reparación quirúrgica de la pars tienen una ventaja teórica en términos de rehabilitación y recuperación de la función y pueden volver a la alta competición.

Una vez establecidos los diversos criterios para volver a considerar al deportista como funcional, y poderle proporcionar así el alta médica y el alta deportiva, la decisión será tomada por el conjunto del equipo multidisciplinar que se ha encargado de supervisar su programa de reeducación funcional deportiva (Tallarico, 2008; y Kim y Green, 2011).

7. RESULTADOS.

En primer lugar vamos a destacar la exagerada incidencia de los procesos espondilolíticos en deportistas. Ichikawa et al (1982) presenta una tabla que pretende relacionar la incidencia de espondilólisis en varios deportes, que son clasificados en función de la dirección de la carga aplicada sobre la columna. Nosotros hemos completado su tabla con los resultados aportados en esta revisión por algunos de los autores que han manejado datos primarios al respecto.

| Autor | Año | Deporte | N | Lisis | Listesis |
|-----------------|------|------------------|------|-------|----------|
| Ichikawa et al | 1982 | Varios | 607 | 125 | |
| Kotani | 1971 | Halterofilia | 26 | 8 | |
| McCarroll et al | 1986 | Futbol americano | 145 | 13 | 6 |
| Gregory et al | 2004 | Cricket | 42 | 28 | |
| Gregory et al | 2004 | Futbol | 28 | 19 | |
| Iwamoto et al | 2005 | Rugby | 469 | 51 | |
| Bennet et al | 2005 | Gimnasia | 19 | 3 | 3 |
| Engstrom et al | 2007 | Cricket | 56 | 12 | |
| Engstrom et al | 2007 | Natación | 20 | 4 | |
| TOTAL | | | 1412 | 263 | 9 |

Lisis: espondilólisis; Listesis: espondilolistesis; N: población deportiva.

Tabla 7.1. Incidencia de la espondilolisis (elaboración propia).

La incidencia que en la población general ronda el 6%, en algunos deportes se verá elevada hasta el 40%, como es el caso del cricket, en el que además la sobrecarga que soporta la columna aúna fuerzas axiales, de rotación y flexión. En este deporte se han estudiado principalmente las lesiones de sobrecarga soportadas por los lanzadores de bolas rápidas.

| Deporte | Dirección de la fuerza | | | N | Lisis | % | Nº | Listesis | % |
|------------------|------------------------|----------|---------|-----|-------|------|-----|----------|-----|
| | Axial | Rotación | Flexión | | | | | | |
| Rugby | X | | | 570 | 68 | 11,9 | | | |
| Fútbol americano | X | | | 168 | 17 | 10,1 | 145 | 6 | 4,1 |
| Halterofilia | X | | | 78 | 30 | 38,5 | | | |
| Judo | X | | | 87 | 25 | 28,7 | | | |
| Beisbol | | X | | 75 | 9 | 12,0 | | | |
| Baloncesto | | X | | 16 | 2 | 12,5 | | | |

| | | | | | | | | | |
|---------------|---|---|---|------|-----|------|-----|---|------|
| Fútbol | | X | | 60 | 22 | 36,7 | | | |
| Boxeo | | X | | 49 | 8 | 16,3 | | | |
| Voleibol | | X | | 15 | 3 | 20,0 | | | |
| Tenis | | X | | 16 | 4 | 25,0 | | | |
| Tenis de mesa | | X | | 6 | 1 | 16,7 | | | |
| Kendo | | | X | 63 | 11 | 17,5 | | | |
| Natación | | | X | 56 | 9 | 16,1 | | | |
| Gimnasia | | | X | 36 | 8 | 22,2 | 19 | 3 | 15,8 |
| Remo | | | X | 19 | 6 | 31,6 | | | |
| Cricket | X | X | X | 98 | 40 | 40,8 | | | |
| TOTAL | | | | 1412 | 263 | 18,6 | 164 | 9 | |

Tabla 7.2. Incidencia de la espondilolisis (adaptada de Ichikawa et al, 1982).

El riesgo de padecer una lesión espondilolítica en deportistas es, en el mejor de los casos, el doble que en la población general. Los deportes que debemos considerar de mayo riesgo, a la luz de estos resultados, son: el cricket, la halterofilia, el fútbol y el remo.

A continuación se muestran los datos obtenidos de las investigaciones primarias consultadas.

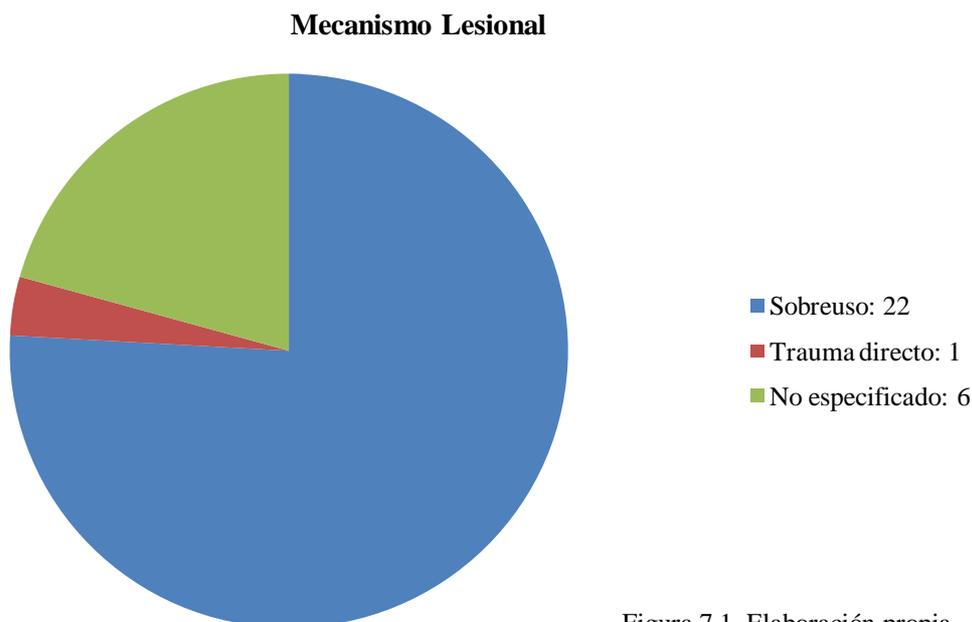


Figura 7.1. Elaboración propia.

Tal y como podemos observar la mayor parte de los autores abogan por el mecanismo lesional productor de síndromes espondilolíticos y/o listésicos como consecuencia de microtraumas repetitivos sobre la pars interarticularis.

Mecanismo lesional

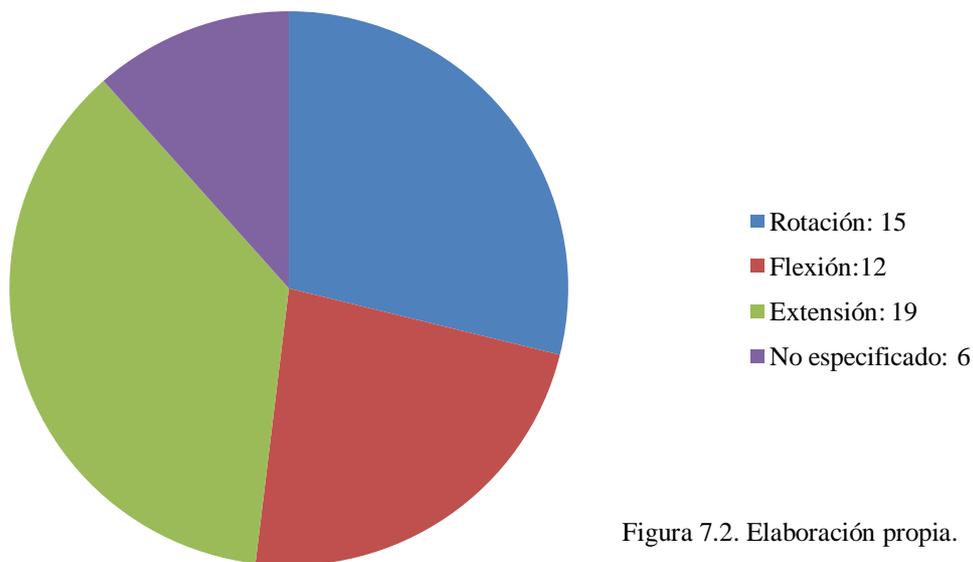


Figura 7.2. Elaboración propia.

La maniobra lesional más comentada responde a la hiperextensión con o sin combinación de la rotación y/o flexión.

Mecanismo lesional

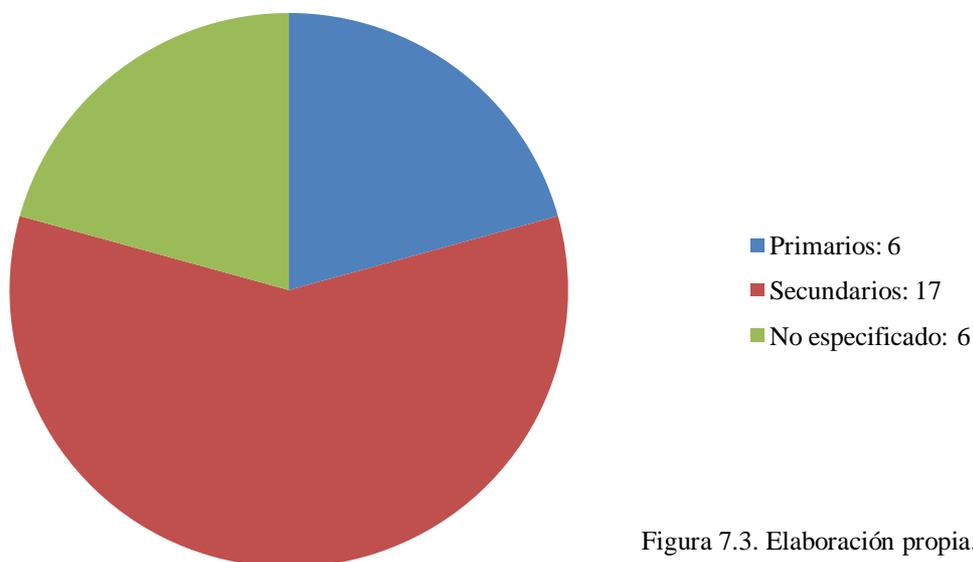


Figura 7.3. Elaboración propia.

Observamos como los datos utilizados para describir el mecanismo lesional corresponden a fuentes secundarias principalmente, es decir, son producto de opiniones de otros autores y no el resultado de investigaciones propias.

Etiología

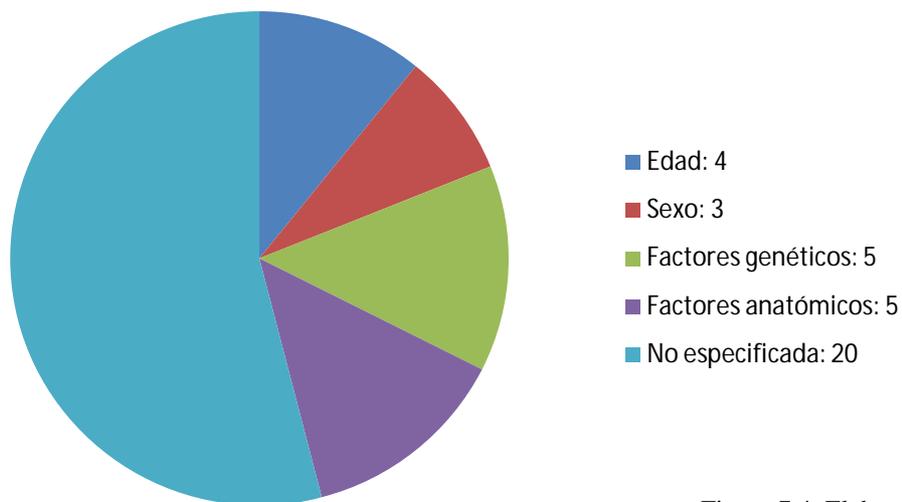


Figura 7.4. Elaboración propia.

Entre los factores etiológicos, exceptuando el aspecto mecánico que ha sido analizado en los gráficos anteriores sobre el mecanismo lesivo, nos encontramos que la mayor parte de los estudios revisados no han valorado las posibles causas predisponentes de lesión, y los que si lo han hecho, han dado especial relevancia a factores genéticos (espina bífida, mayor longitud del proceso transversal, etc.) y anatómicos (hiperlordosis lumbar, sacro horizontalizado, acortamiento isquiotibial debilidad abdominal, rigidez de la fascia toracolumbar e iliopsoas, etc.), por encima de otros como la edad (raquis inmaduros) y/o el sexo.

Propuestas de reeducación funcional deportiva

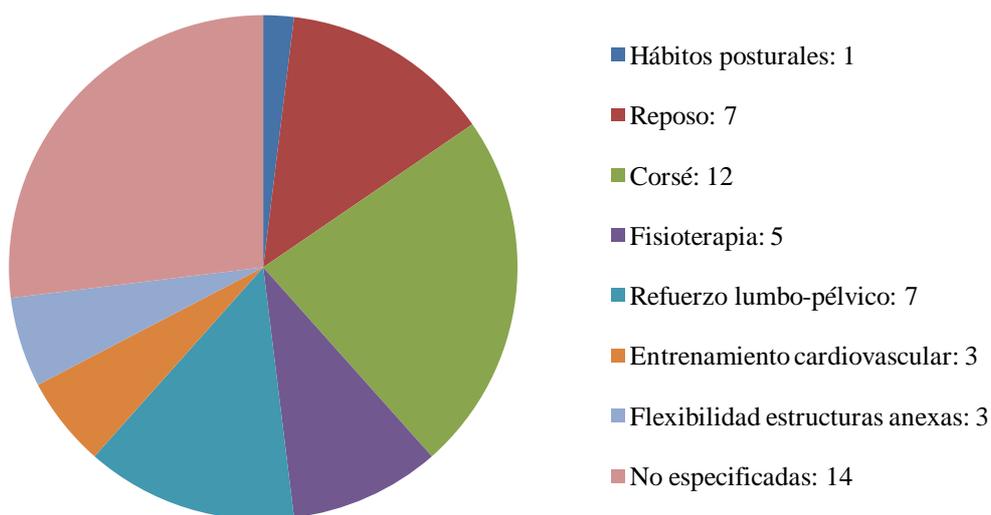


Figura 7.5. Elaboración propia.

Observamos, como un gran número de los artículos revisados no especifican el tratamiento rehabilitador usado. Los que si lo hacen, proponen la utilización de corsé, reposo (relativo y/o absoluto), refuerzo lumbo-pélvico y fisioterapia como principales estrategias para permitir que el

paciente se reincorpore nuevamente a su vida deportiva. Aspectos como el entrenamiento cardiovascular, para el mantenimiento de la forma deportiva, la flexibilidad de estructuras colindantes y los hábitos posturales quedan relegados a último lugar.

Medios de control y seguimiento

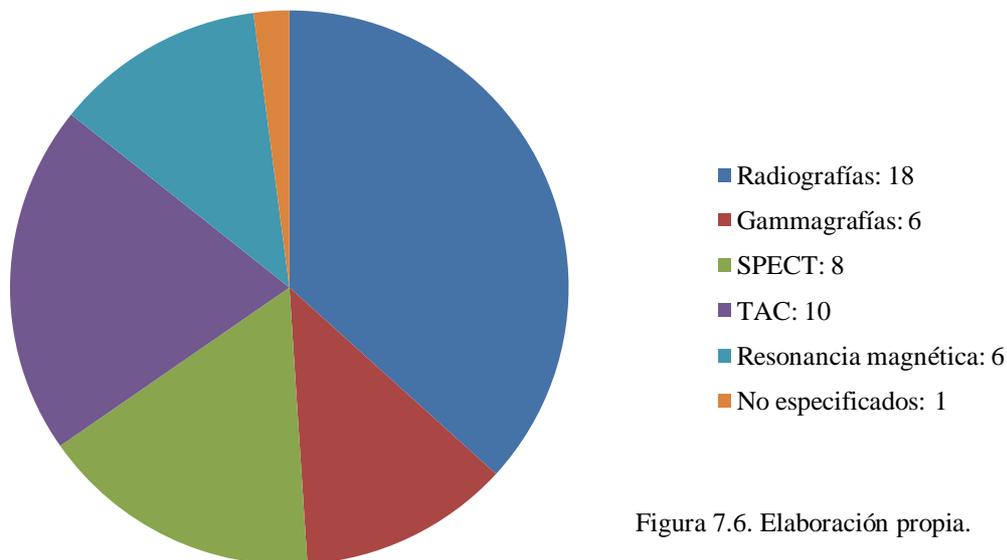


Figura 7.6. Elaboración propia.

Las radiografías simples son las principales técnicas de imagen utilizadas para el diagnóstico. No obstante podemos observar como cada vez son más numerosos los autores que se decantan por las nuevas técnicas de imagen a la postre más específicas.

Criterios de reincorporación deportiva

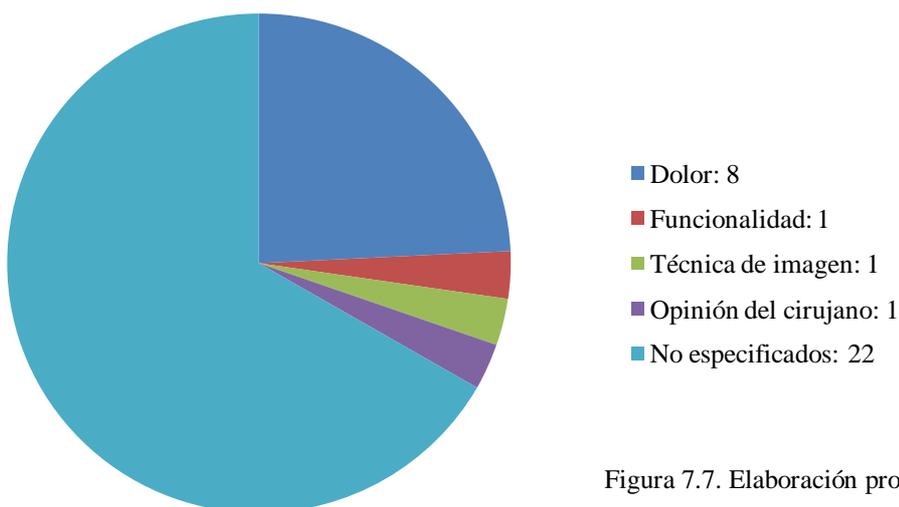


Figura 7.7. Elaboración propia.

El principal criterio utilizado para la reincorporación deportiva es que el paciente se encuentre exento de dolor. Como podemos observar son pocas las investigaciones que hacen referencia a los requisitos necesarios para que el paciente adquiera su alta médica y su alta deportiva.

8. DISCUSIÓN.

En la búsqueda bibliográfica hemos obtenido 83 artículos de los cuales 29 han sido trabajos de investigación primaria. La diferente metodología utilizada y unos criterios dispares para seleccionar la población de estudio los hace incomparables. Los trabajos han sido dirigidos principalmente a niños y adolescentes, quizás por estudiar los efectos del deporte en raquis inmaduros, donde parece que existe un mayor acuerdo sobre la exagerada prevalencia de la lesión.

Los informes de caso y serie de casos son una aproximación descriptiva basada en un paciente o grupo de pacientes con un diagnóstico similar. El único criterio de inclusión de la población objeto de estudio es que el deportista haya acudido a una consulta o clínica y el médico considere que tiene algún interés particular para publicarlo. Estos trabajos independientemente del valor clínico que pudieran tener no son extrapolables a la población general.

Catorce trabajos de los trabajos de investigación primarios han sido realizados sobre una población que ya presenta la patología estudiada. Los objetivos principales que se han planteado son:

- Establecer la incidencia de la lesión en un grupo de deportistas (Kotani et al, 1971; McCarroll et al, 1986)
- Investigar sobre la patogénesis (origen y evolución) de la espondilolistesis (Ikata et al, 1996) y las variables demográficas asociadas (Gregg et all, 2009). Estudiar los factores predisponentes de forma preventiva (Iwamoto et al, 2005).
- Evaluar la idoneidad de una prueba diagnóstica (Wiltse et al, 1975; Miller et al, 2004; Millson et all, 2004; Bennett, et al, 2006). Estudios comparativos sobre el diagnóstico con distintas técnicas de imagen (Papanicolaou et al, 1985; Elliott et al, 1988).
- Determinar si la localización de la espondilólisis difiere según los factores biomecánicos propios de cada deporte (Gregory et al, 2004; Engstrom y Walker, 2007). Estudios comparativo entre lanzadores de cricket y jugadores de fútbol y lanzadores de cricket y nadadores, respectivamente. Los lanzadores tienden a sufrir fracturas incompletas de estrés predominantemente en el lado izquierdo, el lado contrario al brazo de lanzamiento y se localizan mayoritariamente en L4 y L5. En los futbolistas la distribución es más simétrica. Los nadadores, todos asintomáticos, tienden a desarrollar la lesión en L5.
- Analizar el éxito del tratamiento conservador en función del retorno al deporte y el nivel de actividad física alcanzado (Iwamoto et al, 2004; Álvarez-Díaz et al, 2011). Valorar de forma

retrospectiva los resultados obtenidos en el diagnóstico y tratamiento de jóvenes tenistas (Ruiz-Cotorro et al, 2006). Evaluar los resultados del tratamiento conservador y/o quirúrgico en un grupo de deportistas (Sys et al, 2000; Debnath et al, 2007; Hardcastle, 1993).

- Recabar, a través de un cuestionario, la opinión de 261 traumatólogos de EEUU, para conocer su experiencia sobre la espondilolistesis en adolescentes tras la cirugía (Rubery y Bradford, 2002). Los clínicos mostraron una gran variación de criterios en cuanto a la reanudación del deporte.
- Algunos artículos estudian los resultados de la inmovilización con corsé en los jóvenes atletas. Afirman que el corsé puede mejorar el curso clínico de la lesión y acortar el retorno a la práctica deportiva (Micheli et al, 1980; d'Hemecourt et al, 2002; Iwamoto et al, 2004).

Ichikawa et al (1982) reproducen en el laboratorio las diferentes cargas a las que se somete a la columna vertebral según el tipo de deporte. Para ello utiliza un bloque lumbopélvico de cadáver humano fresco que introducen en una máquina de presión capaz de ejercer fuerzas de compresión axial, de rotación y de flexión antero-posterior. Concluye que la incidencia de espondilólisis varía de acuerdo con el tipo de deporte practicado debido al grado y la dirección de la carga que se aplica sobre las vértebras lumbares en cada deporte.

Sairyó et al (2005) estudian a trece deportistas con espondilólisis unilateral en un intento de predecir si estas fracturas pueden predisponer a la fractura del pedículo contralateral. Crean un modelo virtual 3D de elementos finitos con un segmento ligamentoso intacto L3-S1, al que someten a fuerzas flexión, extensión, flexión lateral y rotación axial. Posteriormente simulan una fractura de estrés en L5 y comparan los resultados con los hallazgos encontrados en los trece pacientes. Concluyen que la espondilólisis unilateral puede evolucionar a fractura estrés o esclerosis en el lado contralateral debido a un aumento en las cargas en la región. En 2009 amplían el estudio e intentar comprender los factores biomecánicos que influyen en la rara espondilólisis multinivel. Llegan a la conclusión de que en presencia de una espondilólisis L5 disminuyen las cargas en L4, por lo que descartan las causas biomecánicas y se inclinan por las genéticas.

La prescripción de ejercicio físico como parte del tratamiento conservador o postquirúrgico se encuentra poco extendida en la bibliografía y, si se tiene en cuenta, se profundiza poco en ella. Como generalmente estos trabajos de investigación son realizados mayoritariamente por traumatólogos u ortopedas, no entran a fondo en el apartado de medidas fisioterapéuticas o rehabilitadoras y menos aún, en la última fase de recuperación que podría ser el campo de un especialista en ciencias de la actividad física y del deporte. Sólo 16 artículos (17,2%) provienen de estas últimas especialidades, 33 (49,7%) si incluimos la medicina deportiva y la quiropraxia. Entre los artículos presentados por especialistas en ciencias de la actividad física y del deporte, todos son revisiones, excepto uno de ellos

que presenta un caso sobre los efectos del alcohol en la osteoporosis. Lo mismo pasa con los especialistas en fisioterapia, rehabilitación y medicina deportiva, entre ellos solo se presentan cinco artículos de investigación primaria.

Todos los aspectos tratados anteriormente quedan resumidos en esta tabla, en la que podemos comprobar que los artículos que tratan específicamente del seguimiento del tratamiento conservador y/o quirúrgico son difícilmente comparables y aportan datos poco útiles para los fines de esta revisión.

| Autor | Reposo | Rehabilitación | Ejercicio | Instrumento | N | Exc. | Bueno | Regular | Malo | Cirugía | Retorno |
|---------------------|-----------|----------------|-----------|----------------|-----|------|-------|---------|------|---------|-----------|
| Álvarez-Díaz (2011) | X | 3 meses | X | Corsé | 34 | 28 | 4 | 1 | 1 | | 5,2 meses |
| Debnath (2007) | 1-3 meses | 2-5 meses | X | Corsé/Tornillo | 32 | 22 | | | 2 | 8 | 6 meses |
| d'Hemecourt (2002) | | | X | Corsé | 73 | | | | | | 1,5 meses |
| Hardcastle (1993) | X | X | | Tornillo | 23 | 8 | 4 | | 1 | 10 | |
| Iwamoto (2004) | X | | | Corsé | 104 | 64 | 35 | | 5 | | 5,4 meses |
| Micheli (1980) | | | X | Corsé | 12 | 8 | 4 | | | | 3-6 meses |
| Miller (2004) | 1 mes | X | | Corsé | 32 | 29 | | 3 | 1 | | 2-3 meses |
| Sys (2001) | | | | Corsé | 28 | 23 | 3 | 2 | | | 5 meses |
| TOTAL | | | | | 338 | 182 | 50 | 6 | 10 | 18 | |

Tabla 8.1. Tratamientos conservador vs quirúrgico (elaboración propia).

Existe acuerdo entre los autores que la mejor forma de prevenir una lesión es depurando los aspectos técnicos de cada deporte (Becker, 2006; Geller (2008). En la natación la mayoría de las lesiones son debidas a sobreuso excesivo y mecánica natatoria deficiente (Pollard y Fernandez, 2004).

McNeely et al (2003) realizan una revisión sobre la fisioterapia en el síndrome espondilolítico y afirman que, aunque es sabido que las intervenciones específicas con ejercicio físico tienen un efecto positivo sobre la columna lumbar, se encuentran muy pocos artículos en la literatura científica. Derrick et al, (2005) también están de acuerdo en que hay muy pocos estudios en la literatura para ayudar a tomar decisiones sobre el retorno al juego en las lesiones de la columna y que la mayoría de la literatura se basa en la opinión de expertos.

Becker (2006) en su revisión ofrece pautas de entrenamiento durante el periodo de recuperación, en el que se deben abordar los desequilibrios musculares, la fuerza y estabilidad lumbo-pélvica, la flexibilidad de los isquiotibiales y el control de la pelvis, incluyendo la activación glútea. Además se puede mantener el sistema cardiovascular con natación, ciclismo y remo, siempre y cuando ninguno de estos exacerbe los síntomas. Se debe realizar una progresión que vaya desde ejercicios analíticos al gesto técnico, centrándose en lo básico y corrigiendo defectos. Geller (2008) también propone un protocolo de recuperación basado en ejercicios físicos y medidas antiálgicas. Consiste básicamente en ejercicios de estabilización lumbopélvica, ejercicios estáticos y dinámicos específicos (ej: cuadrupedia con alternancia de piernas y brazos contrarios), ejercicios de resistencia para el tren superior

(romboides, trapecio inferior, dorsal ancho y grupos musculares posteriores) y entrenamiento cruzado (senderismo y natación). Pollard y Fernandez (2004) en su artículo sobre los nadadores añaden que es necesario educar durante el período de formación, donde ocurren la mayoría de lesiones, y así evitar la descoordinación entre las cargas y el descanso.

El único artículo que propone con detalle recomendaciones y ejercicios específicos para la recuperación funcional de la zona lesionada es el Nau et al (2008). Los atletas deben comenzar el acondicionamiento espinal lentamente, concentrándose en los ejercicios de flexibilidad y en ejercicios básicos de estabilización estática. Incorporar ejercicios de estabilización más avanzados de manera gradual evitando el dolor y/o comprometer la recuperación. Es mucho más importante realizar ejercicios de calidad que la cantidad de los mismos. La pena es que se trata también de un trabajo teórico y solo aporta información experta. Además es el único artículo que hace referencia a parámetros de intensidad, duración y frecuencia semanal. Recomendando realizar los ejercicios de activación y sincronización de la musculatura abdominal profunda diariamente y una vez que se introduce en el núcleo de tonificación deben realizarse con una frecuencia de 2-3 veces por semana. Se comenzará con 1 serie de 10 a 15 repeticiones, evolucionando hasta 3 series de 10 a 20 repeticiones.

9. CONCLUSIÓN.

Podemos afirmar que la actividad física adaptada posee un claro efecto positivo en la mejora de la calidad de vida de los deportistas con espondilólisis y/o espondilolistesis. Creemos que la hipótesis queda confirmada básicamente porque la mayoría de autores reconocen implícitamente los beneficios y la importancia que el ejercicio físico posee en el proceso de reeducación funcional deportiva. Sin embargo, no hemos encontrado ningún artículo que aporte datos primarios procedentes de una investigación científica sobre este particular.

Sólo hemos encontrado un artículo en el que se plantean criterios de evolución de la carga durante el proceso de readaptación físico-deportiva. En otros podemos intuir algunos parámetros con los que poder desarrollar una progresión funcional, de ejercicios estáticos a dinámicos o de generales a específicos. Pero, en ningún momento se señalan aspectos relativos a la intensidad y el volumen con el que se debe evolucionar en dichas progresiones funcionales.

Coincidimos con la mayoría de autores en que es necesario plantear futuras investigaciones que contemplen el papel del ejercicio físico como una parte fundamental del proceso de recuperación funcional de los deportistas con síndromes espondilolíticos. Y animamos a los especialistas en

ciencias de la actividad física y del deporte a ocupar ese lugar determinante que les está reservado por derecho y por conocimientos, en una patología que se pretende multidisciplinar.

10. BIBLIOGRAFÍA.

Álvarez-Díaz, P; Alentorn-Geli, E; Steinbacher, G; Rius, M; Pellisé, F & Cugat, R (2011). "Conservative treatment of lumbar spondylolysis in young soccer players", *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, Vol.19(12), (2111-2114).

Becker, C (2006). "Lumbar spondylolysis", *SportEX Medicine*, Vol.30, (6-9).

Beeler, J W (1970). "Further evidence on the acquired nature of spondylolysis and spondylolisthesis". *Am J Roentgenol Radium Ther Nucl Med*, Vol.108(4), (796-8).

Bell, P A. (1992). "Spondylolysis in fast bowlers, principles of prevention and a survey of awareness among cricket coaches", *Br J Sports Med*, Vol. 26(4), (273-5).

Bennett, D L; Nassar, L; DeLano, M C (2006). "Lumbar spine MRI in the elite-level female gymnast with low back pain", *Skeletal Radiol*, Vol.35(7), (503-9).

Bono, C M (2004). "Low-back pain in athletes", *J Bone Joint Surg Am*, Vol.86-A(2), (382-96).

Buck, J E (1971). "Spondylolisthesis (two cases)", *Proc R Soc Med*, Vol.64(7), (713-4).

Cautilli, R A; Joyce, M F & Lin, P M (1972). "Congenital elongation of the pedicles of the sixth cervical vertebra in identical twins", *J Bone Joint Surg Am*, Vol.54(3), (653-6).

Concannon, L G; Standaert, C J & Rothmier, J D (2011), "Apophysitis of the posterior superior iliac spine associated with lumbar spondylolysis in a high school athlete", *Pm&R, The journal of injury, function and rehabilitation*, Vol.3(4), (387-90).

Davies, J E (1980). "The spine in sport--injuries, prevention and treatment", *Br J Sports Med*, Vol.14(1), (18-21).

Debnath, U K; Freeman, B J; Grevitt, M P; Sithole, J; Scammell, B E & Webb, J K (2007). "Clinical outcome of symptomatic unilateral stress injuries of the lumbar pars interarticularis". *Spine (Phila Pa 1976)*, Vol.32(9), (995-1000).

Derrick, E; Congeni, J & Loud, K. (2005). "A Review of Spine Injuries and Return to Play". *Clinical Journal of Sport Medicine*, Vol.15(6), (453-458).

d'Hemecourt, P A; Zurakowski, D; Kriemler S. & Micheli L J. (2002). "Spondylolysis, returning the athlete to sports participation with brace treatment". *Orthopedics*, Vol.25(6), (653-7).

Dunn, I F; Proctor M R & Day, A L (2006). "Lumbar spine injuries in athletes". *Neurosurg Focus*, Vol.21(4), (1-5).

Elliott, B C (2000). "Back injuries and the fast bowler in cricket". *Journal of Sports Sciences*, Vol.18(12), (983-991).

Elliott, S; Hutson, M A. & Wastie, M L (1988). "Bone scintigraphy in the assessment of spondylolysis in patients attending a sports injury clinic". *Clin Radiol*, Vol.39(3), (269-72).

Engstrom, C M & Walker, D G (2007). "Pars interarticularis stress lesions in the lumbar spine of cricket fast bowlers". *Med Sci Sports Exerc*, Vol.39(1), (28-33).

Gellert, C. (2008). "Back in Trouble". *Training & Conditioning*, Vol.18(5), (29-35).

Gottschlich, L M & Young, C C (2011). "Spine Injuries in Dancers". *Current Sports Medicine Reports (American College of Sports Medicine)*, Vol.10(1), (40-44).

Gregg, C D; Dean, S & Schneiders, A. (2009). "Variables associated with active spondylolysis". *Physical Therapy in Sport*, Vol.10(4), (121-124).

Gregory, P L; Batt, M E & Kerslake, R W (2004). "Comparing spondylolysis in cricketers and soccer players". *British Journal of Sports Medicine*, Vol.38(6), (737-742).

Gurd, D. P. (2011). "Back pain in the young athlete". *Sports Med Arthrosc*, Vol.19(1), (7-16).

Hardcastle, P H (1993). "Repair of spondylolysis in young fast bowlers". *J Bone Joint Surg Br*, Vol.75(3), (398-402).

Herman, M J; Pizzutillo, P D & Cavalier, R (2003). "Spondylolysis and spondylolisthesis in the child and adolescent athlete". *Orthop Clin North Am*, Vol.34(3), (461-7).

Hollenberg, G M; Beitia, A. O; Tan, R K; Weinberg, E P & Adams, M J (2003). "Imaging of the spine in sports medicine". *Curr Sports Med Rep*, Vol.2(1), (33-40).

Ichikawa, N; Ohara, Y; Morishita, T; Taniguichi, Y; Koshikawa, A. & Matsukura, N (1982). "An aetiological study on spondylolysis from a biomechanical aspect". *British Journal of Sports Medicine*, Vol.16(3), (135-141).

Ikata, T; Miyake, R; Katoh, S; Morita, T & Murase, M (1996). "Pathogenesis of sports-related spondylolisthesis in adolescents Radiographic and magnetic resonance imaging study". *Am J Sports Med*, Vol. 24(1), (94-8).

Ivkovic, A; Franic, M; Bojanic, I & Pecina, M (2007). "Overuse injuries in female athletes". *Croat Med J*, Vol.48(6), (767-78).

Iwamoto, J; Takeda, T & Wakamo, K (2004). "Returning athletes with severe low back pain and spondylolysis to original sporting activities with conservative treatment". *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, Vol. 14(6), (346-351).

Iwamoto, J; Abe, H; Tsukimura, Y & Wakano, K (2005). "Relationship between radiographic abnormalities of lumbar spine and incidence of low back pain in high school rugby players, a prospective study". *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, Vol.15(3), (163-168).

Jackson, D W (1979). "Low back pain in young athletes, evaluation of stress reaction and discogenic problems". *Am J Sports Med*, Vol.7(6), (364-6).

Khan, N; Husain, S & Haak, M (2008). "Thoracolumbar injuries in the athlete". *Sports Med Arthrosc*, Vol.16(1), (16-25).

Kim, H J & Green, D W (2011). "Spondylolysis in the adolescent athlete". *Curr Opin Pediatr*, Vol.23(1), (68-72).

Kotani, P T; Ichikawa, N; Wakabayashi, W; Yoshii, T & Koshimune, M (1971). "Studies of Spondylolysis found among weightlifters". *British Journal of Sports Medicine*, Vol. 6(1), (4-8).

Kruse, D & Mehta, S (2007). "Back Pain in a Gymnast". *Technique*, Vol. 27(6), (6-44).

Kruse, D & Lemmen, B (2009). "Spine Injuries in the Sport of Gymnastics". *Current Sports Medicine Reports (American College of Sports Medicine)*, Vol.8(1), (20-28).

Le Huec, J C; Moinard, M; Daulouede, C; Thomas, D; Liquois, F & Chauveaux, D (1999). "Spondylolisthesis due pars interarticularis lysis in sportsmen, clinical diagnosis, imaging and treatment". *Science & Sports*, Vol.14(1), (15-23).

Leone, A; Cianfoni, A; Cerase, A; Magarelli, N & Bonomo, L (2011). "Lumbar spondylolysis, a review". *Skeletal Radiol*, Vol.40(6), (683-700).

Li, X; Heffernan, M J & Mortimer, E S (2010). "Upper extremity stress fractures and spondylolysis in an adolescent baseball pitcher with an associated endocrine abnormality, a case report". *J Pediatr Orthop*, Vol.30(4), (339-43).

Luke, A. & Micheli, L J (2000). "Spondylolysis and Spondylolisthesis, Principles in Diagnosis and Management". *International SportMed Journal*, Vol. 1(4), (1).

Malcolm, T F (1994). "Single photon emission computed tomography (SPECT) scanning for adolescent back pain A sine qua non?". *Br J Sports Med*, Vol.28(1), (56-57).

Marais, N & Vlok, G J (2000). "Low Back Pain in the Athlete and the Place of Surgery". *International SportMed Journal*, Vol.1(4), (1).

McCarroll, J R; Miller, J M & Ritter, M A (1986). "Lumbar spondylolysis and spondylolisthesis in college football players A prospective study". *Am J Sports Med*, Vol.14(5), (404-406).

McCleary, M D & Congeni, J A (2007). "Current Concepts in the Diagnosis and Treatment of Spondylolysis in Young Athletes". *Current Sports Medicine Reports (American College of Sports Medicine)*, Vol.6(1), (62-66).

McNeely, M L; Torrance, G & Magee, D J (2003). "A systematic review of physiotherapy for spondylolysis and spondylolisthesis". *Manual Therapy*, Vol.8(2), (80-91).

Micheli, L J; Hall, J E & Miller, M E (1980). "Use of modified Boston brace for back injuries in athletes". *Am J Sports Med*, Vol.8(5), (351-356).

Miller, S F; Congeni, J & Swanson, K (2004). "Long term functional and anatomical follow-up of early detected spondylolysis in young athletes". *The American Journal of Sports Medicine*, Vol. 32(4), (928-933).

Millson, H B; Gray, J; Stretch, R A & Lambert, M I (2004). "Dissociation between back pain and bone stress reaction as measured by CT scan in young cricket fast bowlers". *Br J Sports Med*, Vol.38(5), (586-591).

Nau, E; Hanney, W J & Kolber, M J (2008). "Spinal Conditioning for Athletes With Lumbar Spondylolysis and Spondylolisthesis". *Strength & Conditioning Journal*, Vol.30(2), (43-52).

Nayeemuddin, M; Richards, P J & Ahmed, E B (2011). "The imaging and management of nonconsecutive pars interarticularis defects, a case report and review of literature". *Spine J*, Vol.11(12), (1157-1163).

Nyska, M; Constantini, N; Cale-Benzoor, M; Back, Z; Kahn, G & Mann, G (2000). "Spondylolysis as a cause of low back pain in swimmers". *International Journal of Sports Medicine*, Vol.21(5), (375-379).

Ozturk, A; Ozkan, Y; Ozdemir, R M; Yalcin, N; Akgoz, S; Sarac, V & Aykut, S (2008). "Radiographic changes in the lumbar spine in former professional football players, a comparative and matched controlled study". *Eur Spine J*, Vol.17(1), (136-141).

Papanicolaou, N; Wilkinson, R H; Emans, J B; Treves, S & Micheli, L J (1985). "Bone scintigraphy and radiography in young athletes with low back pain". *AJR Am J Roentgenol*, Vol.145(5), (1039-1044).

Paxton, E S; Moorman, C T; Chehab, E L; Barnes, R P; Warren, R F & Brophy, R H (2010). "Effect of hyperconcavity of the lumbar vertebral endplates on the playing careers of professional american football linemen". *Am J Sports Med*, Vol.38(11), (2255-2258).

Peer, K S & Newsham, K R (2005). "A case study on osteoporosis in a male athlete, looking beyond the usual suspects". *Orthop Nurs*, Vol.24(3), (193-9).

Pezzullo, D J (1999). "Spondylolisthesis and Spondyloly in Athletes". *International journal of athletic therapy & Training*, Vol.4(2), (36-40).

Pollard, H & Fernandez, M (2004). "Spinal Musculoskeletal Injuries Associated with Swimming, A Discussion of Technique". *Australas. Chiropr. Osteopathy*, Vol.12(2), (72-80).

Polubinsky, R L; Plos, J M; Piper, T J & Nelson, J A (2010). "Intervention Strategies for Functional and Structural Low Back Pain". *Athletic Therapy Today*, Vol.15(6), (8-14).

Radcliff, K F; Kalantar, S B & Reitman, C A (2009). "Surgical Management of Spondylolysis and Spondylolisthesis in Athletes, Indications and Return to Play". *Current Sports Medicine Reports (American College of Sports Medicine)*, Vol.8(1), (35-40).

Ranawat, V S & Heywood-Waddington, M B (2004). "Failure of operative treatment in a fast bowler with bilateral spondylolysis". *British Journal of Sports Medicine*, Vol.38(2), (225-226).

Ray, T & Carlson, C T (2007). "Spondylolysis and the Athlete". *Athletic Therapy Today*, Vol.12(4), (37-39).

Rubery, P T & Bradford, D S (2002). "Athletic activity after spine surgery in children and adolescents, results of a survey". *Spine (Phila Pa, Vol.27(4), (423-427).*

Ruiz-Cotorro, A; Balius-Matas, R; Estruch-Massana, A. & Vilaro Angulo, J (2006). "Spondylolysis in young tennis players". *British Journal of Sports Medicine, Vol.40(5), (441-446).*

Rumball, J S; Lebrun, C M; Di Ciacca, S R & Orlando, K (2005). "Rowing Injuries". *Sports Medicine, Vol.35(6), (537-555).*

Sairyo, K; Katoh, S; Sasa, T; Yasui, N; Goel, V K; Vadapalli, S; Masuda, A; Biyani, A. & Ebraheim, N (2005). "Athletes with unilateral spondylolysis are at risk of stress fracture at the contralateral pedicle and pars interarticularis, a clinical and biomechanical study". *Am J Sports Med, Vol.33(4), (583-590).*

Sairyo, K; Sakai, T; Yasui, N; Kiapour, A; Biyani, A; Ebraheim, N & Goel, V K (2009). "Newly occurred L4 spondylolysis in the lumbar spine with pre-existence L5 spondylolysis among sports players, case reports and biomechanical analysis". *Archives of Orthopaedic & Trauma Surgery, Vol.129(10), (1433-1439).*

Sairyo, K; Sakai, T; Amari, R & Yasui, N (2010). "Causes of Radiculopathy in Young Athletes With Spondylolysis". *The American Journal of Sports Medicine, Vol.38(2), (357-362).*

Sakai, T; Sairyo, K; Suzue, N; Kosaka, H & Yasui, N (2010). "Incidence and etiology of lumbar spondylolysis, review of the literature". *J Orthop Sci, Vol.15(3), (281-288).*

Stallard, M C (1980). "Backache in oarsmen". *Br J Sports Med, Vol.14(2-3), (105-108).*

Standaert, C J & Herring, S A (2000). "Spondylolysis, a critical review". *British Journal of Sports Medicine, Vol.34(6), (415-422).*

Standaert, C J (2002a). "Spondylolysis in the adolescent athlete". *Clin J Sport Med, Vol.12(2), (119-122).*

Standaert, C J (2002b). "New strategies in the management of low back injuries in gymnasts". *Curr Sports Med Rep, Vol.1(5), (293-300).*

Stasinopoulos, D (2004). "Treatment of spondylolysis with external electrical stimulation in young athletes, a critical literature review". *British Journal of Sports Medicine, Vol.38(3), (352-354).*

Stretch, R A; Botha, T; Chandler, S & Pretorius, P (2003). "Back injuries in young fast bowlers, a radiological investigation of the healing of spondylolysis and pedicle sclerosis". *S Afr Med J, Vol.93(8), (611-616).*

Sys, J; Michielsen, J; Bracke, P; Martens, M & Verstreken, J (2001). "Nonoperative treatment of active spondylolysis in elite athletes with normal X-ray findings, literature review and results of conservative treatment. *Eur Spine J, Vol.10(6), (498-504).*

Tallarico, R A; Madom, I A & Palumbo, M A (2008). "Spondylolysis and spondylolisthesis in the athlete". *Sports Med Arthrosc, Vol.16(1), (32-38).*

Terai, T; Sairyó, K; Goel, V K; Ebraheim, N; Biyani, A; Faizan, A; et al (2010). "Spondylolysis originates in the ventral aspect of the pars interarticularis, a clinical and biomechanical study". *J Bone Joint Surg Br*, Vol.92(8), (1123-1127).

Terti, M; Paajanen, H; Kujala, U M; Alanen, A; Salmi, T T & Kormano, M (1990). "Disc degeneration in young gymnasts A magnetic resonance imaging study". *Am J Sports Med*, Vol.18(2), (206-208).

Vrable, A & Sherman, A L (2009). "Elite Male Adolescent Gymnast who Achieved Union of a Persistent Bilateral Pars Defect". *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, Vol.88(2), (156-160).

Weir, M R & Smith, D S (1989). "Stress reaction of the pars interarticularis leading to spondylolysis A cause of adolescent low back pain". *J Adolesc Health Care*, Vol.10(6), (573-577).

Wilson, J B; Zarzour, R & Moorman, C T 3rd. (2006). "Spinal injuries in contact sports". *Curr Sports Med Rep*, Vol.5(1), (50-55).

Wiltse, L L; Widell, E H; Jr & Jackson, D W (1975). "Fatigue fracture, the basic lesion is isthmic spondylolisthesis". *J Bone Joint Surg Am*, Vol.57(1), (17-22).

Wong, L C (2004). "Rehabilitation of a patient with a rare multi-level isthmic spondylolisthesis, a case report". *J Can Chiropr Assoc*, Vol.48(2), (142-151).

Bibliografía complementaria,

Balius, R (1997). "Espondilólisis y espondilolistesis en deportistas. Factores pronóstico y una propuesta etiopatogénica". *Apunts Medicina Deportiva*, Vol. 128, (5-13).

Calhoon, G & Fry, AC (1999). "Injury rates and profiles of elite competitive weightlifters". *J Athl Train*, Vol. 34, (232-8).

Congeni, J; McCulloch, J & Swanson, K (1997). "Lumbar spondylolysis. A study of natural progression in athletes". *The American Journal of Sports Medicine*, Vol.25 (2), (248-253).

Hall, SJ (1986). "Mechanical contribution to lumbar stress injuries in females gymnasts". *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Vol.18 (6), (599-602).

Heck, JF & Sparano, JM (2000). "A classification system for the assessment of lumbar pain in athletes". *Athletic Training*, Vol.35 (2), (204-211).

Keller, GC (1999). "Low back pain, where does it come from and how do we treat it?". *Jacksonville Medicine*. April, Vol.(143-146).

Kolber, MJ & Beekhuizen, K (2007). "Lumbar stabilization, an evidence-based approach for the athlete with low back pain". *Strength and Conditioning Journal*, Vol.29 (2), (26-37).

Lloret, M; Conde, C; Fagoaga, J; León, C & Tricas, C (1995). "Natación terapéutica". Barcelona. Paidotribo.

López, PA (2001). "Ejercicios desaconsejados en la actividad física. Detección y alternativas". Barcelona. Inde.

Moeller, JL (1996a). "Contraindications to athletic participation, cardiac, respiratory, and central nervous system conditions". *The Physician and Sports medicine*. Aug, Vol.24(8), (47-58).

Moeller, JL (1996b). "Contraindications to athletic participation, spinal, systemic, dermatologic, paired-organ, and other issues". *The Physician and Sports medicine*, Vol.24(9), (56-70).

Myerding, HW (1932). "Spondylolisthesis". *Surg Gynecol Obstet*, Vol.54, (371-377).

Paredes, V (2009). "Método de cuantificación en la readaptación de lesiones en fútbol". Madrid. Universidad Politécnica de Madrid.

Primal Pictures (2009). "Interactive anatomy". Recuperado el 22 de enero de 2011 de http://www.anatomy.tv/new_home.aspx?S=FPDDNCFBBBBMFCFA00&ReturnUrl=ovidweb.cgi&

Putz, R & Pabst, R (2010). "Atlas of human anatomy Sobotta (version 1.0). (CD-Rom)". Lippincott Williams & Wilkins.

Reeves, RK; Laskowski, ER & Smith, J (1998). "Weight training injuries, part 2, diagnosing and managing chronic conditions". *The physician and sports medicine*, Vol.26 (3), (54-73).

Rossi, F & Dragoni, S (1990). "Lumbar spondylolysis, occurrence in competitive athletes". Updated achievements in a series of 390 cases. *The journal of sports medicine and physical fitness*, Vol.30, (450-452).

Soler, T & Calderón, C (2000). "The prevalence of spondylolysis in the spanish elite athlete". *The American Journal of Sports Medicine*, Vol.28 (1), (57-62).

Sonne-Holm, S; Jacobsen, S; Røvsing, HC; Monrad, H & Gebuhr, P (2007). "Lumbar spondylolysis, a life long dynamic condition? A cross sectional survey of 4151 adults". *European Spine Journal*, Vol.16, (821-828).

Stinson, JT (1993). "Spondylolysis and spondylolisthesis in the athlete". *Clinical Sports Medicine*, Vol.12, (517-528).

Vega, A (1974). "Síntesis de anatomía humana". Barcelona. Ed. JIMS.

Wing, PC (2001). "Rheumatology, 13. Minimizing disability in patients with low-back pain". *Canadian Medical Association Journal*, Vol.164(10), (1459-68).