

BIOMECÁNICA DE LA COLUMNA VERTEBRAL EN EL DEPORTE. LAS LUMBALGIAS MECÁNICAS

Dr. Fernando Pifarré San Agustín¹, Dra. Alexia Casals Castell², Xavier Dídac Ortas Deunosajut³, Oscar Hernández Gervilla⁴, Xavier Ruiz Tarrazo⁵, Teresa Prats Armengol⁶.

1. Doctor en Medicina y Cirugía, Diplomado Universitario en Podología, Médico Especialista en Medicina de la Educación Física y el Deporte. Director del Centro de Medicina Deportiva de Lleida. Generalitat de Catalunya. Profesor de Podología FUB. Manresa (UAB).
2. Licenciada en Medicina y Cirugía, Diplomada Universitaria en Podología. Profesora de Podología FUB. Manresa (UAB).
3. Diplomado Universitario en Podología. Master en estudio y tratamiento del dolor. Subdirector y profesor de Podología FUB. Manresa (UAB).
4. Diplomado Universitario en Podología. Master en ortopodología. Profesor de Podología FUB. Manresa (UAB).
5. Diplomado Universitario en Podología. Master en cirugía podológica. Coordinador de la Clínica de Podología de la FUB. Profesor de Podología FUB. Manresa (UAB).
6. Diplomada Universitaria en Podología y Enfermería.

CORRESPONDENCIA

Dr. Fernando Pifarré San Agustín
Generalitat de Catalunya
Consell Català de l'Esport
Representació Territorial d'Esport a Lleida
Centre Medicina de l'Esport
Lluís Companys, 1 entresol
25007 Lleida
fpifarre@gmail.com

RESUMEN

Se realiza una revisión bibliográfica de la biomecánica de las principales lesiones vertebrales deportivas que se observan en los deportistas de los programas de tecnificación de Catalunya y programa ARC (Alto Rendimiento de Catalunya). Se han revisado diferentes artículos y libros de medicina deportiva, evitando introducir patologías puramente traumatológicas que escaparían de los objetivos principales de este trabajo. Intentamos clasificar las patologías vertebrales desde un punto de vista del origen biomecánico de la lesión mediante explicaciones claras y concisas, acompañadas de iconografía adecuada.

La medicina deportiva sería el equivalente de la medicina de familia del deportista y lo que pretendemos es dar conceptos ortopédicos de las principales patologías de la columna vertebral del deportista que puede encontrar un podólogo en su práctica diaria. Evitamos totalmente la patología de la columna vertebral de causa traumatológica.

Los conceptos que introducimos de una forma muy generalizada siempre siguen el mismo esquema: descripción de la patología, etiología, clínica, diagnóstico y tratamiento genérico. Se menciona qué deportes son más susceptibles de producir lesión vertebral, así como su mecanismo biomecánico de producción.

ABSTRACT

We performed a literature review of the biomechanics of the sports spinal injuries seen in athletes included in the ARC sports program of Catalunya (Catalunya High Performance).

We reviewed several articles and books on sports medicine, avoiding introducing purely orthopedic diseases that escape of the main objectives of this work. We tried to classify vertebral pathologies from a viewpoint of biomechanical origin of the lesions by clear explanations accompanied by adequate illustrations.

Sports medicine is the equivalent of the athlete's family medicine and our intention is to give orthopedic concepts of the main pathologies of the spine of athletes that a podiatrist can find in his daily practice. We fully avoid the pathology of the spine caused by trauma.

PALABRAS CLAVE

Actitud escoliótica, escoliosis, enfermedad de Scheüermann, espondilolisis, espondilolistesis.

KEY WORDS

Scoliotic attitude, scoliosis, Scheürmann's disease, spondylolysis, spondylolisthesis.

INTRODUCCIÓN

El deporte de tecnificación o de élite obliga a la columna vertebral, bien de forma intermitente o de forma continua, a adoptar posiciones o movimientos no fisiológicos¹. Este artículo recoge una revisión bibliográfica de las principales patologías que presentan los deportistas que participan en los programas de Tecnificación de Catalunya y del ARC (Alto Rendimiento de Catalunya).

Las posiciones y los movimientos no fisiológicos producen dos tipos de patología bien diferenciada que pasamos a exponer a continuación:

- patología derivada de posiciones no fisiológicas mantenidas.
- patología derivada de movimientos no fisiológicos mantenidos.



Figura 1: Posiciones no fisiológicas mantenidas.

Podemos hablar de actitudes viciosas que evolucionan a modificaciones estáticas respecto a un plano frontal (escoliosis u actitud escoliótica) o sagital (enfermedad de Scheüermann y hiperlordosis lumbar).

A) Alteraciones estáticas frontales.

La escoliosis estructurada es una deformidad tridimensional que puede resumirse como una torsión sobre su eje longitudinal⁴. Existen tres tipos:

- *congénita*: desde el nacimiento hay hemivértebras o vértebras cuneiformes que condicionan la escoliosis. De mal pronóstico⁵. Actualmente se cree que no es un problema primario del hueso y de las articulaciones, sino más bien un defecto secundario de la disfunción de los mecanismos del equilibrio del cerebro y del tronco cerebral y la respuesta del cuerpo a esta disfunción
- *causa desconocida, idiopática o esencial*: hay rotación de cuerpos vertebrales (diferencia básica respecto a las del tercer grupo). Se observa la presencia de curvas mayores de 10° en el plano frontal con riesgo de aumentar mientras el paciente crece. Se clasifica según la edad del paciente: infantil (menores de 3 años), juvenil (desde los 3 hasta los 10 años) o hasta el inicio de la adolescencia y del adolescente (desde los 10 años o después del inicio de la adolescencia). Como el primer tipo, también tiene mal pronóstico.



Figura 2: Escoliosis.

PATOLOGÍA DERIVADA DE POSICIONES NO FISIOLÓGICAS MANTENIDAS

Las posiciones no fisiológicas facilitan actitudes viciosas en los deportistas que, si persisten, producen modificaciones estáticas estructuradas. Esto ocurre en la infancia y en la adolescencia cuando el hueso está inmaduro tanto en su estructura como en su composición y por tanto es maleable. Éste fenómeno depende de la ley de Delpech modificada^{2,3}.

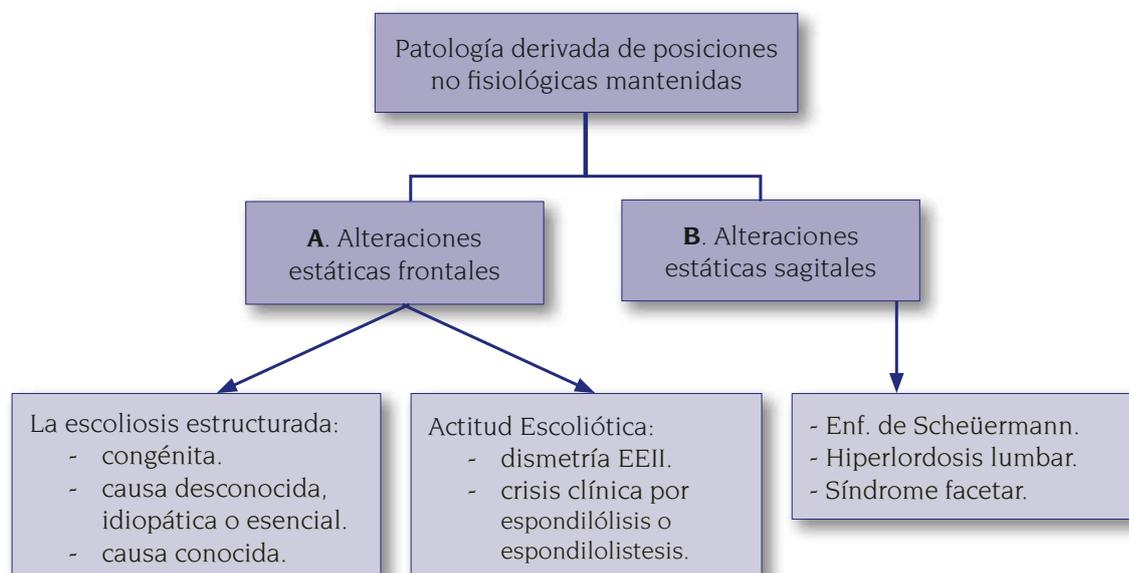


Tabla 1: Posiciones no fisiológicas mantenidas.

- *de causa conocida*: son las que pueden estar relacionadas con el deporte, a pesar de que siempre existe una actitud escoliótica previa; muchas veces no lograremos averiguar porque suceden, pero si investigamos un poco siempre son secundarias a alguna cosa.

Por lo que se refiere a la actitud escoliótica sabemos que puede ser secundaria a muchas causas, pero en el medio deportivo, las que vemos con más frecuencia son debidas a la disimetría de extremidades inferiores y a la crisis clínica por espondilolisis o espondilolistesis:

- *Dismetria de extremidades inferiores*: el patrón de la actitud escoliótica que se relaciona con una disimetría es siempre el mismo. No hay rotación de cuerpos vertebrales, existe curva lumbar convexa hacia el lado corto y curva dorsal convexa hacia el lado largo. Como podólogos podemos ayudar a confirmar el diagnóstico con la plataforma de presiones, ya que observaremos una alteración de cargas entre pies >10% y una separación entre el centro de gravedad del centro del cuerpo y el centro de presiones de cada pie muy diferente uno de otro. Con la ayuda de un escoliómetro situado en las gibas cuando el paciente hace una flexión dorsal encima de la plataforma de presiones, podemos calcular la medida del alza que produce un mejor apoyo plantar y una reducción de gibas. La colocación de una cuña, habitualmente en la mitad de la totalidad de la disimetría, suele ser suficiente para corregir en parte la actitud.
- *Crisis clínica por espondilolisis o espondilolistesis*: las lesiones de las pars interarticularis⁶ de la vértebra son frecuentes en el deporte y aparecen en épocas de crecimiento que coinciden con la tecnificación deportiva. Durante la aparición de la misma puede existir una contractura de la masa muscular lumbar o dorsolumbar que produce esta actitud. Si se mantiene, puede estructurarse.

B) Alteraciones estáticas sagitales.

- La enfermedad de Scheuermann⁷ es una hiper cifosis dorsal (> 45°) rígida que sigue hacia la pubertad con acuñamiento anterior de al menos 3 vértebras consecutivas. En el estudio radiográfico se observa la deformidad cuneiforme de las vértebras y los nódulos de Schmorl (muecas profundas en las caras superiores e inferiores de las vértebras adyacentes) y a veces osteofitosis. Ocurre durante el pico de crecimiento puberal y es más frecuente en niños que en niñas. La causa más probable es la necrosis ósea aséptica con disminución de la irrigación sanguínea en la zona de crecimiento. Existe cierta base genética. A pesar de ser una alteración que encontramos en la población no deportiva, la práctica del deporte incrementa la aparición del dolor. Se relaciona con el síndrome de los isquiotibiales cortos y con posiciones viciosas mantenidas, como la posición en flexión de la columna vertebral al estar sentado en sillas pequeñas.

- *Hiperlordosis lumbar*. Se manifiesta por una exageración de la ensilladura lumbar en bipedestación, con una basculación de la pelvis hacia delante, abdomen prominente y nalgas salientes. Es más frecuente en el sexo femenino. El compromiso del arco



Figura 3: Enfermedad de Scheuermann.

posterior de las vértebras por esta alteración produce el síndrome facetario⁸ o "dolor mecánico". Por dolor mecánico se entiende muchas veces el dolor relacionado con la actividad física, aunque desde un punto académico el "dolor mecánico" es el propio dolor del síndrome facetario, también conocido como de la rama posterior.

El síndrome facetar o dolor mecánico⁹ es el dolor más característico de la práctica deportiva. Puede ser secundario a hiperlordosis lumbar, degeneración discal, anomalías de las facetas articulares, disimetrías o inestabilidades.

El tipo de dolor mecánico es aquel que aumenta en determinados movimientos: levantarse de una silla, realizar un servicio de tenis o armarse para lanzar una pelota o cualquier objeto deportivo. Es un dolor lumbar bajo, digital y con una irradiación limitada (frecuentemente a nalgas, raro hasta la rodilla y nunca por debajo del talón). En la exploración no se observa radiculopatía anterior.

Hay ciertas posiciones propias del deporte que favorecen una actitud determinada y ésta una modificación estática. Parece que el voleibol y el tenis, por poner dos ejemplos, favorecen una cierta tendencia a provocar una actitud escoliótica dorsal-convexa hacia el brazo activo y cierta tendencia a producir una actitud cifótica dorsal. Contrariamente, la esgrima tiene una tendencia a provocar una actitud escoliótica dorsal-cóncava hacia el brazo armado y cierta tendencia a producir una actitud cifótica dorsal. A pesar de todo esto, nadie ha demostrado que un deporte produzca alteraciones estructurales mantenidas en la columna vertebral.

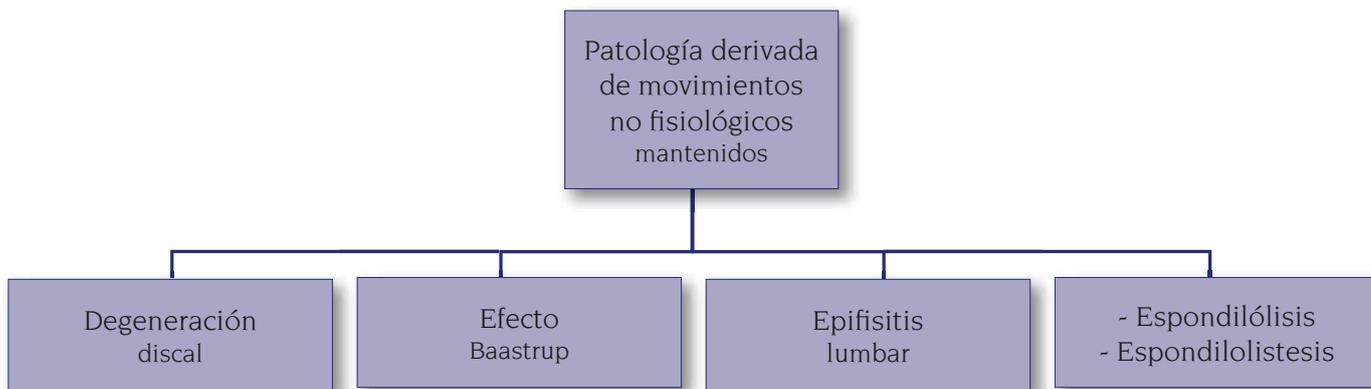


Tabla 2: Patología derivada de movimientos no fisiológicos mantenidos.

PATOLOGÍA DERIVADA DE MOVIMIENTOS NO FISIOLÓGICOS MANTENIDOS

El principal mecanismo de lesiones por sobrecarga son los microtraumatismos¹⁰. Dentro de la columna vertebral podemos hablar de las siguientes patologías:

- **Degeneración discal.** Provoca una fisuración en el anillo fibroso del disco intervertebral y su posterior degeneración. Contrariamente a lo que se pueda pensar, el deporte no aumenta la incidencia de hernia discal, pero sí la degeneración discal. Los movimientos y las fuerzas que están implicados en la degeneración distal son la compresión, el cizallamiento y las rotaciones.
- **Efecto Bastrup.** Lo produce el síndrome del mismo nombre. Se trata de un dolor lumbar interespinal secundario a unas megaapófisis espinosas que producen neoarticulaciones óseas y bursitis apofisarias. Se establecen puentes óseos radiológicos que producen una artrosis interespinosa¹¹. Este síndrome es incompatible con la realización cotidiana de deporte. Con relativa frecuencia, se observa un dolor interespinal sin irradiación que se produce durante las flexoextensiones repetidas. Al realizar un estudio radiográfico, observamos unas apófisis espinosas gordas, que producen neoarticulación. El estudio GOP¹² es normal, pero el SPECT¹³ demuestra actividad osteogénica focal a expensas de una o varias apófisis espinosas, que traducen una lesión entesopática metabólicamente activa en relación al área de inserción del ligamento supraespinal e interespinoso.
- **Epifisitis lumbar.** Es una osteonecrosis aséptica que se sitúa en el ángulo anterosuperior del cuerpo vertebral de las últimas vértebras dorsales o primeras lumbares. En la flexoextensión lumbodorsal, la presión intradiscal se moviliza hacia atrás del disco. En las hiperextensiones forzadas, la presión intradiscal va hacia la parte anterior del disco. Esta presión se enfrenta con el poderoso ligamento intervertebral común y se traslada caudalmente hasta incidir en la zona fisaria de crecimiento de la vértebra infe-

rior del disco. Esto nos produce una necrosis aséptica (epifisitis). A veces, el deportista sufre un dolor lumbar inespecífico relacionado con la actividad física. Si la epifisitis afecta a parte importante de la vértebra, es necesario hacer proyecciones radiológicas funcionales para evidenciar una posible inestabilidad.

- **Espondilólisis y Espondilolistesis:** la espondilólisis en los deportistas representa una fractura de estrés por cargas repetitivas con pinzamiento de la apófisis articular de un segmento contra la pars interarticularis y la lámina del segmento inferior con unos factores predisponentes asociados y un factor desencadenante. La espondilólisis describe un defecto en la zona de la pars interarticularis¹⁴. El síntoma principal de esta patología es un dolor en el área lumbar que puede irradiarse hacia los glúteos o a la cara posterior de los muslos y frecuentemente se agrava o se reproduce con la hiperextensión y el ejercicio físico. La istímica a veces no irradia. Si el deslizamiento es grave, podemos evidenciar en la palpación de la columna vertebral un escalón en la zona del defecto. Es raro que los niños presenten clínica neurológica, si se da es porque existe un deslizamiento marcado o es de tipo congénito. A veces, en los deslizamientos mayores, se observa el signo de Phalen-Dickson que consiste en una retracción de los isquiotibiales, postura en flexión de rodillas y marcha con las caderas en flexión. Suele afectarse L5. Se ha encontrado una incidencia del 47% en atletas adolescentes, por lo que es una de las causas más comunes de dolor de espalda en esta edad. La prevalencia es de alrededor de 4,4%, en niños de 6 años, hasta el 6% en adultos y se da 2 veces más en hombres que en mujeres. En cambio, la espondilolistesis es el desplazamiento de una vértebra respecto a la inmediata inferior, igual o mayor a 2mm tanto en sentido anterior (anterolistesis, pérdida de altura en la parte anterior del espacio discal) como posterior (retrolistesis, pérdida de altura del disco en su parte posterior). Por tanto, podemos decir que la espondilolistesis crea la ocasión para que se produzca una espondilolistesis¹⁵. Suele darse en L5 respecto S1 y la incidencia es prácticamente la misma en hombres que en mujeres. El ortostatismo somete a la charnela lumbo-sacra a cargas mecánicas importantes que favorecen la espondilolistesis¹⁶.



Foto 4: Espondilólisis.



Foto 5: Espondilolistesis.

Entre los factores predisponentes de la espondilólisis tenemos:

- sexo (más en hombres que en mujeres).
- edad (de los 6 años a los 14 años).
- raza (etnia Inuit, Alaska).
- herencia (no es congénita, pero en un 25% de los casos de la espondilólisis se observa cierta asociación familiar).
- estructura de las pars.

Entre los factores desencadenantes tenemos la sobrecarga deportiva del raquis lumbar, generalmente, la hiperextensión lumbar y la rotación. Los deportes en los cuales esta lesión es más frecuente se encuentra la gimnasia, los lanzamientos, la halterofilia, el tenis, el ballet, el patinaje artístico y la natación (mariposa).

Hay varias razones por las que la espondilólisis deportiva es una dolencia preocupante. Durante el desarrollo vertebral desde la columna infantil a la columna del final de la adolescencia, la lordosis lumbar aumenta al aumentar la presión posterior. La extensión repetitiva durante este período añade una carga adicional al arco posterior. El niño de 6 años con una simple fractura accidental de la pars interarticularis tiene tiempo para desarrollar mecanismos compensadores estabilizadores gracias a los ligamentos interespinales y al anillo fibroso. En cambio, en el mundo deportivo, la espondilólisis no consigue la misma compensación y por tanto existe una probabilidad baja pero real de desarrollar una espondilolistesis¹⁷.

CLASIFICACIÓN DE LAS ESPONDILOLISTESIS

El Dr. Wilte¹⁸ subdivide esta patología en cinco tipos:

Tipo I. Displásica o congénita: se produce por una deficiencia congénita o una alteración en la orientación de las facetas articulares de L5 y S1 que permite un deslizamiento de la quinta vértebra lumbar sobre el sacro. Esta displasia de las facetas junto a alteraciones del raquis como pueden ser vértebras trapecoidales, promontorio sacro en S itálica y espina bífida occulta, facilita estos grandes desplazamientos.

Tipo II. Ístmica o espondilolítica: no hay displasia de las facetas, pero sí un defecto en la pars interarticularis. Sus desplazamientos son discretos. Hay 3 subtipos:

- lítica: se encuentra una fractura en la pars.
- alargada: hay una elongación de la pars, sin fractura.
- traumática: producida por una fractura aguda en la pars.

Tipo III. Degenerativa: el deslizamiento es secundario a una artrosis de las facetas articulares. Se da en la cuarta y quinta vértebras lumbares.

Tipo IV. Traumática: el deslizamiento es ocasionado por una fractura de la vértebra en un sitio diferente a la pars.

Tipo V. Patológica: en este caso hay una enfermedad ósea que afecta a la pars o al pedículo que se debilita y permite el deslizamiento.

En el campo de la medicina deportiva, únicamente los tipos I y II se presentan en niños y adolescentes. En estos casos es muy importante evaluar el grado de displasia que sufre el paciente para conocer el riesgo de sufrir un mayor o menor desplazamiento.

Para la biomecánica de la columna vertebral son factores de displasia la forma de las facetas articulares, el promontorio sacro, el aspecto trapezoidal del cuerpo vertebral y la existencia de espina bífida occulta.

DIAGNÓSTICO

- Radiología convencional. Es poco sensible pero muy específica. La mejor proyección es la oblicua, pero el diagnóstico de listesis es en la proyección lateral. Es muy importante hacer un estudio funcional que evidencia la inestabilidad.
- Tomografía axial (TC). Mayor sensibilidad que la radiología convencional, pero es una prueba más específica que sensible. Da información de las características del defecto ístmico.
- Gammagrafía ósea planar (GOP). Es muy sensible pero poco específica.
- Gammagrafía ósea con SPECT. Es un método sensible para detectar una fractura por estrés (espondilólisis) pero se debe confirmar con TC¹⁹.
- RMN. Permite valorar lesiones asociadas.

ABORDAJE TERAPÉUTICO

Según los exámenes complementarios tenemos 3 entidades y por tanto abordajes terapéuticos diferentes:

- *Espondilólisis en formación:*
 - Radiología convencional -
 - GOP/SPECT +
 - Tratamiento:
 - reposo deportivo.
 - ejercicios físicos de higiene lumbar.
 - se puede colocar un corsé delordosante.
- *Espondilólisis activa:*
 - Radiología convencional +
 - GOP/SPECT +
 - Tratamiento:
 - reposo deportivo.
 - ejercicios físicos de higiene lumbar.
 - se puede colocar un corsé en función de cómo sea la TC.
- *Espondilólisis inactiva:*
 - Radiología convencional: +
 - GOP-SPECT -
 - Tratamiento:
 - ejercicios físicos de higiene lumbar.
 - Diagnóstico diferencial: de otra causa de dolor lumbar.

Como ejercicios físicos de higiene lumbar el Dr. William Goers²⁰ incluye la forma física general, el trabajo de fuerza muscular en el tronco (tanto de la pared anterior del abdomen como la lateral), la flexibilidad (tronco, pelvis y musculatura isquiotibial), la resistencia muscular y la higiene postural.

INFLUENCIAS DEL DEPORTE EN LA COLUMNA VERTEBRAL

La totalidad de los deportes, incluso los más estáticos, obligan a realizar movimientos de flexo-extensión, inclinación lateral o rotación del tronco de los cuales es responsable la columna vertebral que, en caso de deportes de élite, pueden traducirse en lesiones por sobrecarga básicamente de la zona lumbar y sobre todo en los últimos segmentos de esta zona.

Los doctores Ramón Balius Juli i Ramón Balius Matas²¹ del Centro de Medicina Deportiva del Consell Català de l'Esport de la Generalitat de Catalunya han realizado una clasificación de los diferentes deportes como entidades potencialmente patógenas para la columna vertebral en los deportistas del programa de tecnificación deportiva y del ARC que se controlan en este Centro Médico. Esta clasificación se basa en:

- el tipo de movimientos vertebrales que comportan y su carácter simétrico o asimétrico.
- la mayor o menor intensidad de estos movimientos, así como la necesidad intrínseca e inevitable de alcanzarla
- la necesidad intrínseca e inevitable de fenómenos sobreañadidos de carga o de choque.

Cuando valoremos la repercusión vertebral que producen los deportes es importante tener en cuenta la edad biológica del deportista, pues es bien conocido el carácter evolutivo durante el crecimiento de muchas de estas alteraciones vertebrales.

CLASIFICACION DE BALIUS

I. Deportes vertebralmente negativos.

Necesariamente se producen movimientos inevitables de flexo-extensión, inclinación y rotación vertebral de forma continuada y forzada a la máxima intensidad, a los que en algunos deportes se asocian simultáneamente cargas continuas o discontinuas, soportadas, en muchas ocasiones, en mala posición. A pesar de seguir una técnica adecuada, es imposible

proteger el raquis y al mismo tiempo obtener un rendimiento deportivo bueno.

- Deportes: gimnasia deportiva masculina y gimnasia rítmica y artística femeninas, judo, lucha libre, lanzamientos de jabalina y de peso, saltos atléticos, natación (estilo mariposa).

II. Deportes vertebralmente negativos en potencia.

Los movimientos de la columna no deben de ser forzados de forma continua e intrínseca en deportes en los que las cargas, si se realizan correctamente, no se asocian a una mala posición o al movimiento. En estos deportes, una buena preparación gimnástica específica y una técnica adecuada permiten estabilizar y por tanto proteger la columna. Pero en el deporte de élite, dejan de ser vertebralmente negativos en potencia para convertirse en vertebralmente negativos efectivos.

- Deportes: halterofilia, atletismo (carreras de obstáculos, lanzamientos en rotación como martillo y disco), remo, vela, ciclismo, motorismo, equitación, waterpolo, saltos de palanca y trampolín, esquí náutico y alpino, rugby.

III. Deportes vertebralmente indiferentes.

Los movimientos de la columna no son necesariamente forzados, ni van a cargas o choques y únicamente estos se pueden presentar de forma accidental. Tenemos que tener en cuenta que muchos de estos deportes son asimétricos y antes de contraindicar sistemáticamente un deporte de este tipo, tenemos que estudiar caso por caso ya que una modalidad deportiva de las citadas puede incluso ser favorable en una desviación escoliótica.

- Deportes: carreras, marcha atlética, fútbol, esgrima, hoquei, tenis, tenis de mesa, pelota vasca, golf, tiro con arco.

IV. Deportes vertebralmente positivos.

Son aquellos que aunque comportan movimientos vertebrales continuados, éstos no son generalmente ni necesariamente forzados, no conllevan la realización de cargas y además desarrollan un componente simultáneo de estiramiento.

- Deportes: básquet, balonmano, voleibol, gimnasia no deportiva, natación (excepto mariposa).

V. Deportes vertebralmente peligrosos.

Son aquellos en que accidentalmente pueden presentarse lesiones vertebrales agudas como fracturas con o sin lesión medular.

- Deportes: montañismo, espeleología, paracaidismo, vuelo libre, esquí, saltos de palanca y trampolín.

BIBLIOGRAFÍA

1. Amheim Daniel D., Anderson Marcia K. Medicina deportiva. Fisioterapia y entrenamiento atlético. Causas, respuestas y tratamiento de las lesiones deportivas. Madrid. Ed. Mosby / Doyma Libros; 1995; 171.
2. Una fisis de crecimiento será más activa cuánto más presión tenga. Existe unos márgenes de presión en que esta ley no actúa: por debajo de 6gr / mm2 y por encima de 35 gr / mm2
3. Silberman, Fernando S., Varaona, Oscar. Ortopedia y traumatología. Buenos Aires. Ed. Panamericana; 2010; 36
4. Gonzalez Viejo, Miguel Angel; Cohi Rimbau, Oriol; Escoliosis realidad tridimensional. Barcelona; 2000. Ed. Masson; 1.
5. Antes se pensaba que la escoliosis congénita era una entidad benigna que aumentaba muy lentamente y que se estabilizaba al finalizar el crecimiento. Esto es un error, ya que hay diferentes

- grados de progresión según el tipo de malformación, de la ubicación del defecto y la edad del paciente. También existen casos en que la malformación produce una discreta deformidad que progresa lentamente y se estabiliza al finalizar el crecimiento por lo que es muy importante determinar con certeza cuál es el riesgo de progresión para así poder intervenir en la historia natural de la enfermedad. (Rosselli Cock, Pablo; Duplat Lapidés, José Luis; Uribe Prada, Iván Carlos; Turriago Pérez, Camilo. *Ortopedia infantil*. Colombia. Ed. Panamericana; 2005; 197).
6. También llamada pars. Se corresponde al istmo del arco vertebral posterior. Es el espacio comprendido entre la apófisis articular superior e inferior de una vértebra.
 7. Bahr, Roald.; Maehlum, Sverre. *Lesiones deportivas. Diagnóstico, tratamiento y rehabilitación*. Madrid. Ed. Panamericana; 2007; 130.
 8. Cáceres Palou, Enrique.; Sanmarti Sala, Raimon. *Lumbalgia y lumbociatalgia I. Monografías médico-quirúrgicas del aparato locomotor*. Barcelona. Ed. Masson; 2001; 32.
 9. Frontera, Walter R.; Herring, Stanley A.; Micheli, Lyle J.; Silver, Julie K. *Medicina Deportiva clínica. Tratamiento médico y rehabilitación*. Madrid. Ed. Elsevier; 2008; 296.
 10. Por microtraumatismo entendemos aquel traumatismo que de forma aislada no produce lesión tisular, pero que si se repite y el deporte no es más que repetición de movimiento sobre un tejido con capacidad de acumular agresión y es entonces cuando existe lesión tisular.
 11. No se debe confundir con la hiperostosis vertebral senil (Enfermedad de Forestier-Rotés Querol), donde lo que se fusiona es la parte anterior del cuerpo vertebral en zona cervical o dorsal. (Forestier J, Rotés Qujerol, J; Senile ankylosing hyperostosis of spine. *Ann Rheum Dis* 1959; 9:321)
 12. GOP: gammagrafía ósea planar. Se administra un producto con afinidad ósea marcado con un isótopo para valorar la presencia de lesiones óseas, fracturas ocultas. . . Nos informa sobre el flujo de sangre en los tejidos y sobre las reacciones del metabolismo del cuerpo.
 13. SPECT: tomografía computarizada por emisión del fotón simple. Es un tipo especial de tomografía computarizada en la que se inyecta un medicamento radioactivo en vena y luego se utiliza un escáner para obtener imágenes detalladas de las áreas donde las células absorben material radioactivo.
 14. Rosselli Cock, Pablo; Duplat Lapidés, José Luis; Uribe Prada, Iván Carlos; Turriago Pérez, Camilo. *Ortopedia infantil*. Colombia. Ed. Panamericana; 2005; 218.
 15. Lars Peterson, M; Per Renstrom, M. *Lesiones Deportivas. Su prevención y tratamiento*. Barcelona. Ed. Jims, S.A. 1988; 256.
 16. Cáceres Palou, Enrique.; Sanmarti Sala, Raimon. *Lumbalgia y lumbociatalgia I. Monografías médico-quirúrgicas del aparato locomotor*. Barcelona. Ed. Masson; 2001; 93.
 17. Frontera, Walter R.; Herring, Stanley A.; Micheli, Lyle J.; Silver, Julie K. *Medicina Deportiva clínica. Tratamiento médico y rehabilitación*. Madrid. Ed. Elsevier; 2008; 383.
 18. Rosselli Cock, Pablo; Duplat Lapidés, José Luis; Uribe Prada, Iván Carlos; Turriago Pérez, Camilo. *Ortopedia infantil*. Colombia. Ed. Panamericana; 2005; 218
 19. Bahr, Roald. *Lesiones Deportivas. Diagnóstico, tratamiento y prevención*. Madrid. Ed. Panamericana 2004; 124.
 20. Mulero Mendoza, Juan; Pérez Cabaler, Antonio J. *El deporte y la actividad física en el aparato locomotor. Tomo I*. Barcelona. Ed. Masson. 2002; 72.
 21. Balias Juli, R; Balias Matas, R; Balias Matas, X. *Columna vertebral y deporte*. Revista Apunts de Medicina de l'Esport, Barceloan. Ed. Generalitat de Catalunya. Vol. XXIV; 1987, 223.