



Junta de Andalucía  
Consejería de Educación y Deporte

# Revista Andaluza de Medicina del Deporte

<https://ws072.juntadeandalucia.es/ojs>



Revisión



## Tratamiento y vuelta a la práctica deportiva en jóvenes con diagnóstico de espondilólisis. Revisión sistemática

Y. García-Sequeiros<sup>a</sup>, Y. Taboada-Iglesias<sup>a,b\*</sup>

<sup>a</sup> Facultad de Fisioterapia. Universidade de Vigo. Pontevedra. España.

<sup>b</sup> Departamento de Biología Funcional y Ciencias de la Salud. Grupo de investigación en Educación, Actividad Física y Salud. (Gies10-DE3). Instituto de Investigación Sanitaria Galicia Sur (IIS Galicia Sur). SERGAS-UVIGO. Pontevedra. España.

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO: Recibido el 17 de agosto de 2020, aceptado el 21 de octubre de 2020, online el 23 de octubre de 2020

### RESUMEN

**Objetivo:** Analizar los tratamientos aplicados en pacientes menores de edad con espondilólisis y ver su relación con la vuelta al deporte.

**Método:** Se revisaron los artículos en inglés, español o portugués publicados entre 2015 y 2020 publicados en PubMed, Medline, Cinahl, Scopus, Sport Discuss y Web Of Science, seleccionando aquellos que reflejasen el tratamiento de espondilólisis en menores de 18 años y su vuelta al deporte. Se seleccionaron 10 artículos que cumplieron con los criterios de inclusión y exclusión y fueron analizados.

**Conclusión:** El tratamiento conservador es la primera opción para todos los pacientes con espondilólisis, pero parece ser efectivo en las etapas tempranas y progresivas, siendo la opción ideal para las espondilólisis terminales una intervención mínimamente invasiva. Ambos tratamientos deben constar de un periodo de reposo de la actividad deportiva y una rehabilitación física progresiva antes de retomarla.

**Palabras clave:** Espondilólisis; Niño; Deportistas; Deportes; Vuelta al deporte; Tratamiento.

## Treatment and return to sports practice in young people diagnosed of spondylolysis. Systematic review

### ABSTRACT

**Objective:** To analyze the treatments applied in minor patients with spondylolysis and to see its relationship with the return to sport.

**Method:** Articles in English, Spanish or Portuguese published between 2015 and 2020 published in PubMed, Medline, Cinahl, Scopus, Sport Discuss and Web Of Science were reviewed, selecting those that reflect the spondylolysis treatment in children under 18 years and their return to sport. 10 articles that met the inclusion and exclusion criteria were selected and analyzed.

**Conclusion:** Conservative treatment is the first option for all patients with spondylolysis, but it seems to be effective in the early and progressive stages, being the ideal option for terminal spondylolysis a minimally invasive intervention. Both treatments must be consistent with a period of rest from sports activity and progressive physical rehabilitation before resuming it.

**Keywords:** Spondylolysis; Child; Sports; Athletes; Return to sport; Treatment.

## Tratamento e retorno à prática esportiva em jovens com diagnóstico de espondilólise. Revisão sistemática

### RESUMO

**Objetivo:** Analisar os tratamentos aplicados em pacientes menores com espondilólise e verificar sua relação com o retorno ao esporte.

**Método:** Se revisaram os artigos em inglês, espanhol ou português publicados entre 2015 e 2020 publicados no PubMed, Medline, Cinahl, Scopus, Sport Discuss e Web Of Science, seleccionando aqueles que refletem o tratamento da espondilólise em menores de 18 anos e seu retorno a esporte. Foram seleccionados e analisados 10 artigos que atenderam aos critérios de inclusão e exclusão.

**Conclusão:** O tratamento conservador é a primeira opção para todos os pacientes com espondilólise, mas parece ser eficaz nos estágios inicial e progressivo, sendo a opção ideal para a espondilólise terminal uma intervenção mínimamente invasiva. Ambos os tratamentos devem consistir em um período de descanso da atividade esportiva e da reabilitação física progressiva antes de retomar.

**Palavras-chave:** Espondilólise; Atletas; Esportes; Criança; Retorno ao esporte; Tratamento.

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [yaitaboada@uvigo.es](mailto:yaitaboada@uvigo.es) (Y. Taboada-Iglesias).

<https://doi.org/10.33155/j.ramd.2020.10.005>

© 2021 Consejería de Educación y Deporte de la Junta de Andalucía. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND

(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

**Introducción**

La espondilólisis (EP) es un defecto en la parte interarticular, la lámina o el pedículo<sup>1</sup>, segmento de hueso conocido como *pars interarticularis* (pars). Suele producirse en el área lumbar, en L5 mayoritariamente<sup>2</sup>, presentarse en uno o más niveles<sup>2-4</sup> y de forma simétrica o asimétrica cuando se producen dos defectos en la misma vértebra<sup>3</sup>.

Generalmente es asintomática<sup>5</sup>, pero es una causa frecuente de dolor lumbar en niños y adolescentes, en especial en la población más activa que practica deportes. Se ha observado sintomatología en jóvenes deportistas cuya columna vertebral está sometida a constantes movimientos de hiperextensión, o rotación asociada a la extensión<sup>6</sup>. También pueden estar implicados los movimientos repetitivos de flexión o movimientos rápidos desplazando grandes pesos<sup>7</sup>.

Suele acompañarse de tensión en isquiosurales o espasmos locales<sup>6</sup> e incluso puede conllevar una alteración de la marcha<sup>1</sup>. Pese a que la prevalencia en edad adulta es aproximadamente del 6%<sup>5</sup> hay una mayor incidencia en niños<sup>8</sup>, con un aumento de la misma entre los 11-15 años<sup>9</sup>. Así mismo, parece ser más frecuente en población masculina que en femenina<sup>5</sup>.

Además del deporte como factor predisponente, se ha estudiado la predisposición genética a padecer EP<sup>10,11</sup>. Parece posible la existencia de una herencia autosómica dominante<sup>10</sup>. Del mismo modo, se ha visto cierta susceptibilidad a padecer esta patología en individuos con falta de vitamina D<sup>2</sup> o con espina bífida oculta<sup>5,11,12</sup>.

El diagnóstico debe confirmarse con pruebas de imagen tras sospechar de su existencia mediante la revisión de la historia clínica y el examen físico del paciente<sup>1</sup>. Según las imágenes obtenidas se establece un sistema de clasificación basado en la progresión de los cambios patológicos de los defectos de las *pars*<sup>13</sup>. La clasificación inicialmente descrita por Morita et al.<sup>13</sup>, describe tres grados: 1: temprana o aguda; 2: progresiva; 3: terminal o crónica.

Varias publicaciones han comprobado la importancia del diagnóstico temprano<sup>14,15</sup> el cual permite realizar un tratamiento conservador precoz, el cual suele arrojar buenos resultados<sup>1,14</sup>. Este debe abarcar un mínimo de tres<sup>1</sup> a seis meses, y en caso de fracaso, persistiendo o con aumento de la sintomatología, se debe considerar el tratamiento quirúrgico<sup>1,6</sup>.

Sin embargo, hay poca literatura que compare los distintos tipos de cirugía y sus resultados a nivel de curación ósea y vuelta deportiva, siendo una incógnita que tratamiento debe usarse en deportistas jóvenes que deseen continuar con su vida deportiva.

Desde el punto de vista sanitario, hay una división según la franja de edad en las personas consideradas no adultas, es decir, menores de edad (<18 años). Se considera niño desde 1 a 13 años y adolescentes desde los 12-13 hasta los 18 años<sup>16</sup>. Puesto que estas poblaciones son las más afectadas por la patología mencionada, el objetivo de esta revisión es recolectar los datos de las investigaciones más recientes, analizar los tratamientos aplicados en pacientes menores de edad con espondilólisis y comprobar su relación con la vuelta a la práctica deportiva. De esta forma podremos dar a conocer los campos que aún faltan por estudiar, abriendo camino a futuras investigaciones.

**Método**

*Proceso de búsqueda*

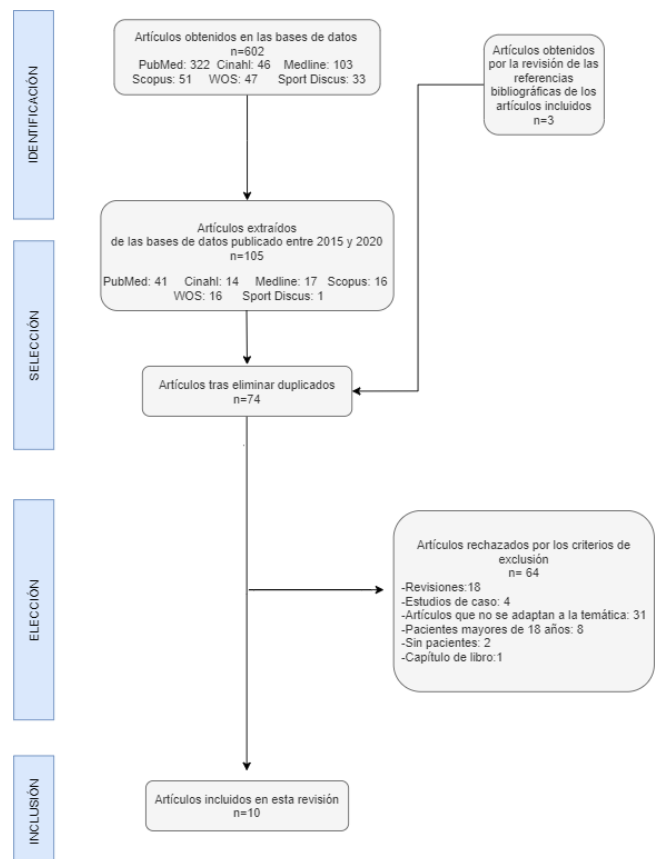
Se realizó una búsqueda en las bases de datos PubMed, Medline, Cinahl, Scopus, Sport Discuss y Web Of Science. entre diciembre de 2019 y febrero de 2020. Se combinaron los términos MESH Spondylolysis", "Sport", "Athletes" y "Child" en todas las ecuaciones de búsqueda; añadiendo "Physical Therapy Modalities", "Physical Therapy", "Therapeutics", "Spondylolysis Therapy", "Sports Re-Entry", "Return to Sport", "Pediatrics", "Adolescent" y/o

"Adolescent Health" para completar las ecuaciones según nos permitiera cada tesoro. Ecuaciones finales mostradas en la tabla 1. La búsqueda inicial fue realizada por uno de los investigadores y reproducida por un segundo investigador. La inclusión o exclusión fue consensuada por ambos investigadores. Como criterios de inclusión que fueran publicados entre 2015 y 2020, en español, inglés o portugués y que analizaran pacientes menores de 18 años. Además, se revisó la bibliografía de los artículos incluidos. Como criterios de exclusión se aplicó ser capítulos de libro, revisiones, no se ajustarán a la temática tratada, no tuvieran pacientes, solo tuvieran un paciente o que tuvieran pacientes mayores de edad. Una vez aplicados los criterios de inclusión y exclusión se seleccionaron 10 resultados válidos (figura 1).

**Tabla 1.** Ecuaciones de búsqueda en las diferentes bases de datos.

Base de datos	Ecuación
PubMed	((("Spondylolysis"[Mesh]) AND ("Physical Therapy Modalities"[Mesh] OR "Therapeutics"[Mesh]) AND ("Athletes"[Mesh] OR "Sports"[Mesh] OR "Child"[Mesh] OR "Pediatrics"[Mesh] OR "Adolescent"[Mesh])
CINAHL	(MH "Spondylolysis") AND ((MH "Physical Therapy") OR (MH "Spondylolysis Therapy")) AND ((MH "Sports") OR (MH "Athletes") OR (MH "Sports Re-Entry") OR (MH "Child") OR (MH "Adolescent Health"))
MEDLINE	(MH "Spondylolysis") AND ((MH "Physical Therapy") OR (MH "Spondylolysis Therapy")) AND ((MH "Return to Sport") OR (MH "Sports") OR (MH "Athletes") OR (MH "Child") OR (MH "Adolescent") OR (MH "Pediatrics"))
WOS	TS=(Spondylolysis) AND (TS=(Spondylolysis therapy OR Physical therapy)) AND TS=(Athletes OR Return to sport OR Sports OR Child OR Pediatrics)
SCOPUS	(TITLE-ABS-KEY (spondylolysis) AND TITLE-ABS-KEY ("Spondylolysis therapy" OR "Physical therapy") AND TITLE-ABS-KEY ("Return to sport" OR athletes OR sports OR child OR pediatrics))
Sport Discuss	(DE "Spondylolysis") AND ((DE "Athletes") OR (DE "Sports") OR (DE "Child") OR (DE "Pediatrics")) AND ((DE "Therapeutics") OR (DE "Physical therapy"))

Mesh/MH: Medical Subject Headings. WOS: Web of Science. TS: tema. TITLE-ABS-KEY: título+ resumen+ palabra clave.



**Figura 1.** Diagrama de búsqueda y selección de los artículos analizados.

**Resultados**

En las tablas 2 y 3 se exponen las principales características de los estudios incluidos, así como los resultados obtenidos por estos.

**Discusión**

Se puede observar en los resultados como las lesiones de menor grado son tratadas eficazmente con tratamientos conservadores, siendo estas terapias poco exitosas en las EP más avanzadas, las cuales, si responden bien a un tratamiento quirúrgico de fijación interna. En cuanto a los tratamientos conservadores el cese de la actividad deportiva es el factor clave<sup>17-22,24,25,31</sup>. A su vez, parece que los ejercicios de fortalecimiento, tras este descanso, son de gran importancia<sup>17-20,22,23,25</sup>.

Gran parte de los estudios son de carácter retrospectivo<sup>17-25</sup>, siendo sus datos previos al año 2015. En un total de 607 pacientes se reúne 432 lesiones en L5, constituyendo el defecto de *pars* más frecuente en general, así como en cada uno de los estudios, seguido de la vértebra L4. Se confirma de este modo L5 como el

nivel de EP más frecuente<sup>3,6,12,13,26-29</sup>. Gran parte de las EP de los estudios analizados son bilaterales<sup>20,22-25</sup>, lo que coincide con los datos recogidos por otros estudios previos<sup>2-4,6,13,27,28</sup>. Esto suele ocurrir ya que la EP unilateral aumenta el estrés en el pedículo contralateral provocando cierta esclerosis en él y contribuyendo a que se produzca una nueva lesión en esa zona<sup>3,30</sup>, en especial en aquellos jóvenes que practican más actividades deportivas<sup>30</sup>. Pennell et al.<sup>3</sup> destacan que la mitad de defectos bilaterales son simétricos, siendo la mayoría de estos de grado 3. Morita et al.<sup>13</sup> sugiere además que los defectos bilaterales son del mismo grado. Además, se pueden producir fracturas en diferentes niveles, de forma bilateral o unilateral, como se indica en 26 pacientes incluidos en los estudios analizados en esta revisión. La literatura previa muestra que entre todos estos tipos de fracturas, los defectos unilaterales presentan tasas más altas de curación<sup>6,13,14</sup>, lo que se podría explicar por el hecho de que acostumbran a tener grados menores de EP<sup>30</sup>.

En referencia al sexo, comprobamos que hay una mayor participación masculina en 8 de los 10 estudios<sup>17-22,25,31</sup>, mismo dato obtenido en investigaciones previas<sup>2,6,12,13,27,28,32</sup>, lo que

**Tabla 2.** Características de los estudios recogidos en la revisión.

Estudio	Intervenciones realizadas o informadas	Muestra	Deportes practicados por los pacientes
Bartochowski et al. <sup>31</sup> 2017	TTQx (método Buck modificado bajo guía fluoroscópica) + Ttc: (DA+6 sem OTLS+ 6 sem EFF+EA)	n=5 ♂; 13-18 años, no respondientes a ttc. // Bi en 2 niveles (n=1); Bi en 1 nivel (n=1); U en 1 nivel (n=3)	Fut. profesional
Raudenbush et al. <sup>24</sup> 2017	TTQx (tornillo pedicular, gancho de compresión laminar y autoinjerto de proceso espinoso local + Ttc: (3 meses DA + ejercicio y retorno al Dext. progresivo)	n=9 (3 ♂ 6 ♀); 13-17 años no respondientes al ttc. // L4 Bi (n=2); L5 U (n=1); L5 Bi (n=6) (2 con G1)	3 Baile; 1 Gim; 1 Fut. am.; 1 Atl.; 1 Soft; 1 BalC; 1 L-libre
Karatas et al. <sup>25</sup> 2016	LS: LS + Ttc PSRH: PSRH + Ttc (Ttc:DA+ 12 sem OLS+EFF)	n=16 (9 ♂ 7 ♀) no respondientes al ttc LS: n=9 (5 ♂ 4 ♀) 13-17 años. // PSRH: n=7 (4 ♂ 3 ♀) 14-18 años. // Bi (n=5); U (n=2). // L4 (n=1); L5 (n=5); L3+L5 (n=1)	
Leonidou et al. <sup>17</sup> 2015	TtQx: (4 fusión posterolateral instrumentada y 1 fusión posterolateral de Wiltse) + Ttc (3 meses O+EFF) Ttc: (Analgesia + DA+ OTLS+EFF)	n=44 (25 ♂ 19 ♀) 5-14 años 19 espondilólisis: 11 ♂ 8 ♀ // Ttc:L3 (n=1); L4 (n=3); L5 (n=15)	No especificados
Arima et al. <sup>18</sup> 2017	(A) Ttc (B) LIPUS 60Mw/cm <sup>2</sup> 20mins diariamente + Ttc (Ttc: DA+O+EFF)	n= 13 (10 ♂ 3 ♀)* en fase P (A) n=7 (6 ♂ 1 ♀)* 14.6 ± 2.9 años. // Bi (n=3); U (n=4) // L4 (n=3); L5 (n=7)	
Tsukada et al. <sup>19</sup> 2019	(A) Ttc (B)LIPUS 30Mw/cm <sup>2</sup> 20mins >3ses/sem+ Ttc (Ttc: DA+OTLS +EFF)	n= 82 (80 ♂ 2 ♀) 10-18 años en fase T (A) n=47 (45 ♂ 2 ♀). // 1 con 2 niveles; Bi (n=17); U (n=31). // L3 (n=6); L4 (n=13); L5 (n=29)	Tenis (A)=1 (B)=1; Beis. (A)=39 (B)=27; Fut. (A)=3 (B)=1; BalC (A)=1 (B)= 1; Rug. (A)=1 (B)=1; Volei.(B)=1; L-libre (B)=1; Kendo(B)=1; Gim (B)=1; BalM (A)=1; Atl. (A)=1
Selhorst et al. <sup>20</sup> 2017	(A) Grupo agresivo descanso < 10 semanas antes de la FT, media 61 días: Ttc. // (C) Grupo conservador descanso > 10 semanas, media 85 días: Ttc (Ttc: DA+OTLS/ CL+EFF)	n=196 (112 ♂ 84) 14.35 ± 1.8 años. Etapa T. // (9 espondilolistesis. 16 múltiples niveles). // L2 (n=9); L3 (n=25) L4 (n=45); L5 (n=134) (A) n=64 (41 ♂ 23 ♀). Bi (n=38); U (n=26). // (C) n=132 (71 ♂ 61 ♀). Bi (n=77); U (n=55)	Deportes organizados. (A) 100%; (C) 99.2%
Sakai et al. <sup>21</sup> 2017	Ttc: (DA+OTLS)	n=60 (50 ♂ 10 ♀)**. 6-17 años. Etapa: Mt (n=27); T(n=12); P (n=11); Ter (n=10). 5 con múltiples niveles. // Bi (n=19); U (n=41). // L3 (n=3); L4 (n=22); L5 (n=42)	No especificados
Selhorst et al. <sup>22</sup> 2016	Ttc: (DA+FT+OTLS/CL)	n=121 (73 ♂ 48 ♀) 10-18 años. Etapa T Bi (n=73); U (n=48) L5 (n=83)	Deportes organizados
Sousa et al. <sup>23</sup> 2017	Ttc: (O+ FT+EFF) (personalizado, ≠ en cada sujeto)	n=61 (8-18 años). // Bi (n=48); U (n=13). // D12 (n=1); L3 (n=5); L4 (n=9); L5 (n=46)	Gim, porrismo, BalC, Beis., Atl., Halt., Fut., Hock., L-libre, Arts. (75% > 1 Dext)

TTQx: Tratamiento quirúrgico; Ttc: Tratamiento conservador; DA: descanso de la actividad deportiva; Dext: Deporte; O: órtesis; OTLS: órtesis toracolumbosacra.; OLS: órtesis lumbosacra.; CL: corsé lumbar.; FT: fisioterapia.; EFF: ejercicios de fortalecimiento abdomen y espalda y flexibilidad MMII aplicados/enseñados por fisioterapeutas; EA: ejercicio aeróbico; LS: TTQx con tornillo de compresión laminar e injerto óseo bajo guía fluoroscópica; PSRH: TTQx compresión de los fragmentos de fractura con tornillo pedicular, varilla, gancho laminar e injerto óseo bajo guía fluoroscópica; LIPUS: ultrasonido pulsado baja intensidad; Sem: semana; Ses/sem: sesiones de fisioterapia por semana.; n: muestra; ♂: hombre; ♀: mujer; U: Unilateral; Bi: Bilateral; D: vértebra torácica/dorsal; L: vértebra lumbar; S: vértebra sacra; G1: espondilolistesis grado 1; G2: espondilolistesis grado 2; Mt: muy temprana; T: temprana; P: progresiva; Ter: terminal; \*: inicialmente la muestra contaba con 2 pacientes más, pero no usaron sus datos debido a que abandonaron el estudio antes de su finalización; \*\*: inicialmente la muestra contaba con 3 paciente más, pero no completaron el tratamiento por lo que sus datos fueron excluidos; Gim: Gimnasia. Fut: Fútbol; Fut. Am: fútbol americano; Atl: Atletismo; Soft: Softbol; BalC: Baloncesto; L-Libre: Lucha libre; Beis: Béisbol; Rug: Rugby; Volei: Voleibol; BalM: Balonmano; Halt: Halterofilia; Hock: Hockey sobre hielo; Arts: Artes marciales.

**Tabla 3.** Resultados obtenidos por los estudios y variables medidas post-intervención.

Estudios	Curación	Requisitos VD	Porcentaje VD X de tiempo	Resultados finales y seguimiento (X)
Bartochowski et al. <sup>31</sup> 2017	No valoran	Actividad indolora y sin déficits funcionales	100%VD 12 semanas EVA Post-operatorio: 2-3 primer día; 0 primera semana	100%VD 12 semanas 11.9 meses
Raudenbush et al. <sup>24</sup> 2017	7/9	No establecen	88.9% act. Previa 100% act. Deportiva 5 a 6 meses	EVA: pre-operatorio 5.6; post-operatorio 1.2 (-4.4)
Karatas et al. <sup>25</sup> 2016	100% 1 con posterior fusión intervertebral	4-6 meses tras Confirmación radiológica	100% LS 7.7 meses PSRH 5.9 meses	Dolor: criterios Macnab: LS: 20.8 meses 3e 5b 1j PSRH: 24 meses 4e 2b 1j
Leonidou et al. <sup>17</sup> 2015	5/5 TtQx; 11/19 espondilolisis tte	No establecen		6.5 años Seitsalo: 35e 8b 1j
Arima et al. <sup>48</sup> 2017	1/10 control 6/9 LIPUS *	Finalizan seguimiento Mejoría del dolor	86.7% VD y finalizan seguimiento (n=13) Control 3.8 meses LIPUS: 2.7 meses	
Tsukada et al. <sup>19</sup> 2019	27/47 Control 32/35 LIPUS	Confirmación radiológica, finalizan seguimiento.		VD y finalización seguimiento Control: 57.4%; 167 días med LIPUS: 91.4%; 61 días med
Selhorst et al. <sup>20</sup> 2017	No valoran	Cumplen con los cuidados, demuestran movimiento normal de extensión sin dolor		Agresivo: 95% VD; 115.5 días med Conservador: 91% VD ;140 días med
Sakai et al. <sup>21</sup> 2017	36/36 Mt 15/16 T 12/15 P 0/19 Ter*	Confirmación radiológica, sin dolor	2.5 Mt 2.6 T 3.6 P (meses de Ttc)	95.2% tasa de seguimiento (n=60). Recurrencia: 33.3%Mt; 8.3% T; 25%P
Selhorst et al. <sup>22</sup> 2016	No valoran	Cumplen con los cuidados	92.6% 4.7 meses	3.4 años 18.1% ↓ Recurrencia: 45.5% Odom: 60e 51b 7j 3mo EFM: 12.5 ± 15.89 Dolor 0-10: 1.23± 1.70
Sousa et al. <sup>43</sup> 2017	11 curación completa; 21 curación no completa; 12 no mejora; 1 empeora (2 se operan)	No establecen	82% act. Previa 90% act. Deportiva (n=55) 30.8%↓ 5.8 meses	8 años EFM+: - Dolor del 0-10: 1.25 - Interferencia con actividades del 1-10: 2.31

VD: vuelta al deporte; X: media; Mt: muy temprana; T: temprana; P: progresiva; Ter: terminal; LIPUS: tratamiento con ultrasonidos de baja intensidad; e: excelente; b: bueno; j: justo; mo: malo; TtQx: tratamiento quirúrgico; Ttc: tratamiento conservador; LS: grupo tratado con tornillos laminares; PSRH: grupo tratado con compresión de los fragmentos de la fractura; Act: actividad EVA; escala visual analógica (DOLOR); Seitsalo: sistema que mide presencia de dolor y pérdida de función; Odom: criterios modificados que miden sintomatología; EFM: Escala funcional Micheli (capacidad funcional); EFM+: escala de Micheli modificada (dolor e interferencia con actividades); med: mediana; ↓: disminuyen nivel deportivo o lo dejan; \*: mide los defectos curados, no los pacientes; n: muestra.

sugiere que es una patología más frecuente en la población masculina que femenina. Este dato se ve más respaldado y exaltado en el estudio realizado por Yurube et al.<sup>10</sup> donde solo los integrantes masculinos de la familia se ven afectados por EP.

En todos los estudios de esta revisión<sup>17-25,31</sup> se indican las pruebas de imagen usadas en los pacientes para su diagnóstico, clasificación e incluso seguimiento de la evolución. La resonancia magnética (RM)<sup>18-23,25,31</sup>, la tomografía computarizada (TC) simple<sup>18,21,23,25,31</sup> o multidetector<sup>21</sup>, la tomografía computarizada con emisión de un único fotón (SPECT)<sup>17,20,22</sup> y la radiografía simple desde distintas perspectivas<sup>18,19,21,23-25</sup> fueron las más utilizadas. Según Masci et al.<sup>26</sup>, quienes comparan la efectividad de la SPECT frente a la RM y la TC, la gammagrafía ósea mediante SPECT es superior a la RM para detectar estrés óseo. Pese a esto, también obtienen que la RM es equivalente a la TC a la hora de detectar fracturas óseas, por lo que, junto con la radiografía, seguiría siendo una opción diagnóstica ya que se expone al paciente a una menor radiación que con las tomografías<sup>26</sup>. La prueba de hiperextensión en una sola pierna<sup>15,26</sup> no es una herramienta válida para diagnosticar EP<sup>26</sup>.

Según Nielsen et al.<sup>33</sup> el hecho de que se necesiten estudios de imágenes avanzadas para emitir el diagnóstico puede ser el motivo por el que, desde la primera consulta del paciente hasta su diagnóstico final, puedan pasar hasta 25 semanas, lo que dependerá en cierta medida del seguro médico de cada paciente y de si acuden a la consulta de un especialista ortopédico o no. Muchos deportistas no acuden al médico de forma temprana creyendo que la causa de su dolor es un espasmo muscular<sup>3</sup> lo que da paso a un retraso en el tratamiento que aumentará la gravedad de la EP y predecirá un peor pronóstico<sup>26,28</sup>, reduciendo las posibilidades de una futura curación completa<sup>33</sup>. El dolor crónico que padecerán en este periodo les obligará a disminuir su

actividad física, lo que además del propio dolor y frustración personal, dificultará que se obtengan los beneficios propios de realizar deporte, lo que conlleva un gran impacto en su calidad de vida, funcionamiento social y salud mental<sup>33</sup>. Dichas imágenes también servirán para detectar deformidades o problemas asociados como pueden ser cifosis, escoliosis, espina bífida oculta, traslación anterior del segmento vertebral, anomalías del cuerpo vertebral, neoplasias, hernias discales o estenosis del canal<sup>1</sup>. La espondilolistesis es uno de los hallazgos más comunes al estudiar la posibilidad de que exista EP. Consiste en la traducción de un segmento vertebral respecto al siguiente segmento más caudal<sup>1</sup>. Se da con mayor frecuencia en columnas vertebrales inmaduras y su unión es menos probable que la EP<sup>28</sup> siendo casi imposible sin intervención quirúrgica cuando son de altos grados<sup>1</sup>, es decir, si hay más de un 5% de deslizamiento entre las vértebras<sup>28</sup>. En esta revisión varios estudios tratan también espondilolistesis de grados 1 o 2<sup>17,22,24,25</sup> y además, Karatas et al.<sup>25</sup>, encuentran otros hallazgos en las pruebas de imagen de 3 de sus pacientes

Se ha comprobado que las EP en etapas tempranas son más propensas a curarse con tratamiento conservador que las progresivas y terminales<sup>13,28</sup>. Este dato coincide con los resultados de tres artículos analizados<sup>19,20,22</sup> donde se tratan exclusivamente a pacientes con EP en etapas tempranas y obtienen mejores resultados que aquellos estudios donde manejan a pacientes con EP de mayor grado<sup>18</sup>. En especial, los datos reflejados en el estudio de Sakai et al.<sup>21</sup> muestran la evolución de la EP en sus tres etapas, dejando claro que existe un pronóstico mucho más prometedor en los grados 1 y 2 que en el grado terminal. Además, los defectos en L5 suelen corresponder a etapas terminales mientras que los de L3 y L4, a etapas tempranas o progresivas<sup>12</sup>, lo que a su vez implica que haya mayor tasa de curación en los defectos de L3 y L4 que en los de L5. Secundando a Morita et al.<sup>13</sup>, parece existir una

correlación entre el grado de lesión y los resultados obtenidos con la aplicación de un tratamiento conservador.

Los pacientes que se sometieron a alguna intervención quirúrgica<sup>24,25,31</sup> a excepción del artículo de Leonidou et al.<sup>17</sup> donde no lo indican, fracasaron en el tratamiento previo exclusivamente conservador cuya duración recomendable es de 6 meses antes de optar por la cirugía<sup>29,32</sup>. Además se incluyeron métodos conservadores en el periodo postoperatorio hasta completar el proceso de curación<sup>17,24,25,31</sup> por tanto, todos los pacientes dentro de esta revisión se sometieron a un tratamiento conservador de entre tres meses y un año.

Dicho tratamiento abarcó los mismos pasos seguidos por gran parte de la literatura sobre esta temática<sup>1,6,13,27,28</sup>: descanso de la actividad deportiva<sup>17-22,24,25,31</sup>, uso de órtesis<sup>17-25,31</sup> para restringir la hiperextensión, flexión y rotación<sup>31</sup>, y terapia física<sup>17-20,22,23,25,31</sup>.

En el trabajo de El Rassi et al.<sup>27</sup> demuestran que el hecho de detener la actividad física tiene buenos resultados en la clínica del paciente, convirtiéndose en el factor más importante para su recuperación. También estudian el uso de órtesis sin obtener resultados claros acerca de su eficacia. Las principales órtesis usadas en los estudios analizados son toracolumbosacras y lumbosacras<sup>17,19-22,31</sup>. También se incluyen otras ortesis alternativas<sup>20,22,25</sup>, pautándose incluso cambios en ella a lo largo del tiempo<sup>25</sup>. La literatura previa indica su uso por periodos de seis a ocho semanas<sup>1</sup>, aunque también se comenta su uso en periodos más extensos, de tres<sup>1,13,28</sup> a seis meses<sup>6,13</sup>. Generalmente se manejan tiempos de descanso equivalentes al tiempo de uso del corsé o hasta que el dolor esté controlado. Las intervenciones quirúrgicas aquí descritas no tienen un consenso en el tiempo de descanso o inmovilización ortopédica post-quirúrgica, pero comparando los que manejan tiempos inferiores<sup>31</sup> con los que manejan mayores<sup>17,24,25</sup>, se obtiene que los de menor reposo consiguen resultados mejores respecto a la curación y vuelta al deporte, lo que también se puede deber a la pequeña muestra que manejan o al tipo de operación realizada. En los conservadores, se establecen tiempos de medias cercanas a 2.5 meses<sup>21,22</sup>. Se genera la hipótesis de si el tiempo de reposo afecta al retorno deportivo, lo cual se puede comprobar en los resultados de Selhorst et al.<sup>20</sup> donde los pacientes con menos reposo vuelven al deporte antes que los de mayor periodo de descanso. Al comprobar que un menor tiempo de reposo puede generar los mismos buenos resultados, se debería prescribir el reposo mínimo imprescindible para evitar debilidad muscular y otros problemas físicos y psicológicos en los pacientes.

La mayoría de los artículos analizados, pautaron programas de ejercicios controlados realizados en fisioterapia<sup>17-20,22,23,25</sup>, que incluyen fortalecimiento y flexibilización de los músculos del tronco<sup>17-20,23,25,31</sup>, estiramiento de musculatura en miembros inferiores<sup>17,19,20</sup>, fortalecimiento de extremidades superiores e inferiores<sup>20</sup> y ejercicios aeróbicos<sup>31</sup>. Todos los ejercicios de fortalecimiento se realizaron de forma progresiva. Selhorst et al.<sup>20</sup> indican la evolución de los ejercicios de tronco, comenzando con posiciones neutras de columna hasta alcanzar sus rangos finales de movimiento para, finalmente, retomar la actividad deportiva. Esta parte del tratamiento se vuelve imprescindible para realizar nuevamente deporte reduciendo los riesgos de lesión o recidivas. Otros autores desarrollaron sus programas de rehabilitación centrándose en el ejercicio, en especial en los estiramientos de miembros inferiores, ya que tener en tensión los músculos de los miembros inferiores puede aumentar la carga en la columna lumbar y provocar movimientos compensatorios de hiperextensión e hiperrotación, posibles causas del dolor lumbar<sup>34</sup>.

Dos de los artículos incluyeron la aplicación de ultrasonidos pulsados de baja intensidad<sup>18,19</sup>. En ambos se consigue demostrar que los pacientes tratados con esta herramienta obtienen mayor número de curaciones en menor tiempo que aquellos pacientes tratados exclusivamente con un tratamiento conservador habitual. Comparándolos con los demás estudios analizados, no son los que

mayor tasa de retorno deportivo tienen ni poseen un índice de curación ósea destacable frente a los demás tratamientos conservadores.

Inicialmente, las intervenciones quirúrgicas que se realizaban para tratar la EP eran artrodesis lumbares<sup>25</sup> de forma que, se fusionaban de forma postero-lateral<sup>17,25</sup> o intersomática las vértebras afectadas<sup>25</sup>. Dentro de esta revisión, el estudio de Leonidou et al.<sup>17</sup> muestra cinco casos con esta cirugía. Este tipo de fusiones instrumentadas provoca que los pacientes tengan una disminución de la movilidad en la columna<sup>24,25,32</sup>, que desarrollen artrosis y manifiesten cierta inestabilidad en los niveles subyacentes<sup>25</sup>. Con los años, se han desarrollado nuevas intervenciones quirúrgicas que tratan el defecto de *pars* mediante una fijación interna<sup>24,25,31,32,35,36</sup>. Persiguen el objetivo de conseguir una unión del defecto evitando todos los inconvenientes derivados de esta operación<sup>37</sup>. Todos los trabajos reunidos en esta revisión manejan este tipo de técnicas<sup>24,25,31</sup>, a excepción del ya nombrado Leonidou et al.<sup>17</sup>. Las técnicas de fijación interna más usadas sería el tornillo de Buck, el cableado transversal de Nicol y Scott, el tornillo de gancho de Morscher, el sistema Isobar TTL y las variaciones correspondientes de cada técnica<sup>29,32</sup>. La similitud entre ellas nace en la necesidad de exponer el defecto para llevar a cabo la cirugía<sup>29</sup>. Dicha forma "abierta" de intervenir, se puede observar en el estudio Raudenbush et al.<sup>24</sup> y en el grupo PSRH de Karatas et al.<sup>25</sup>. Los métodos más actuales que encontramos en esta revisión, buscan la mínima disección muscular<sup>25,31</sup> con el fin de disminuir la limitación funcional del tejido provocada por el daño tisular y la cicatriz de los tejidos subcutáneos<sup>31</sup>. Comparando los datos de pérdida de sangre y del tiempo de operación de las intervenciones abiertas<sup>17,24,25</sup> frente a las menos invasivas<sup>25,31</sup>, se observa que las segundas tienen valores inferiores a las primeras, pudiendo haber una relación entre el tipo de operación, su tiempo y pérdida de sangre. Además, este tipo de operaciones disminuyen la estancia hospitalaria, el dolor postoperatorio y el tiempo de descanso para volver al deporte<sup>35,36</sup>. Requieren del uso de pruebas de imagen durante la cirugía<sup>25,31</sup> por lo que superan en dificultad técnica a las precursoras. La recomendación general es realizarlas en menores de 20 años<sup>29</sup>, pues en pacientes jóvenes se obtienen mejores resultados ya que sus discos están menos degenerados y no se produce pseudoartrosis, o como dicen Huang et al.<sup>32</sup> podría deberse a que prestan más atención al fortalecimiento de los músculos de la zona lumbar tras la intervención.

Huang et al.<sup>32</sup> realizan una técnica de fijación temporal en la que obtienen el 100% de curaciones óseas con un tiempo superior a los usados en esta revisión. Este mismo porcentaje es obtenido con el tratamiento quirúrgico de dos de los artículos analizados<sup>17,25</sup>, mientras que en otro estudio quirúrgico<sup>31</sup> y dos conservadores<sup>20,22</sup> incluidos en esta revisión, no se estudia si se produjo una fusión final. Esto puede deberse a que la disminución de la sintomatología no se corresponde con la curación ósea<sup>5</sup> y la clínica es más importante para predecir la calidad de vida del paciente, ya que el dolor, es lo que le afectará en mayor medida<sup>33</sup>.

En referencia a ello, se puede comprobar que casi todos los artículos tienen una o varias valoraciones clínicas de la funcionalidad o del dolor<sup>17,18,20-25</sup>, tanto en los tratamientos conservadores como en los quirúrgicos, obteniendo resultados generalmente favorables pese a no ser del todo comparables entre sí por no usar las mismas escalas. El periodo de seguimiento realizado por la mayoría de los trabajos abarca de tres meses a dos años<sup>19-21,24,25,31</sup>. Pese que el seguimiento continúe, los pacientes finalizan el tratamiento y regresan al deporte entre medias de tres meses<sup>18,19,31</sup> y 7.7 meses<sup>25</sup>, por lo cual, la mayoría de ellos están dentro del tiempo habitual de vuelta al deporte, es decir, en torno a los seis meses tras la intervención<sup>14,29</sup>.

El tratamiento farmacológico es usado en algunos pacientes<sup>10,24,25,33,36,37</sup>. Puede proporcionar alivio temporal, pero no se debe usar como principal tratamiento para esta patología ya que solo disminuye la sintomatología sin atacar a su causa. También el aumento de la obtención de vitamina D podría

favorecer la recuperación de los pacientes, bien modificando su nutrición, con suplementos o con una mayor exposición a luz ultravioleta<sup>2</sup>.

La actividad física es un factor que exalta la sintomatología de EP<sup>6,15</sup>, siendo más común en adolescentes esta etiología por microtrauma repetitivo, que por un trauma agudo o por un defecto congénito<sup>15</sup>. Dependiendo de qué deporte se practique, los pacientes presentarán unas características físicas y clínicas distintas, así como un grado u otro de EP<sup>34</sup>. En múltiples estudios se ha observado una gran incidencia en deportes de impacto como fútbol americano<sup>6</sup> o lucha<sup>6,15</sup>, en deportes de carga, como la halterofilia<sup>6,29</sup>, en deportes donde se solicitan rangos de movimiento extremos como pueden ser la gimnasia<sup>6,26</sup>; y en aquellos donde se requiere movimiento de giro sobre la propia columna o se necesita golpear/lanzar un objeto con gran velocidad, como serían, beisbol<sup>29,30</sup>, fútbol<sup>6,27</sup>, baloncesto<sup>6,26,30</sup> o críquet<sup>26</sup>. Gran parte de los integrantes de la muestra reunida en esta revisión practican alguno de los deportes nombrados<sup>19,23,24,31</sup> u otros semejantes<sup>19,23,24</sup>, pues son frecuentemente practicados en la infancia y adolescencia<sup>27</sup>. Se produce mayor estrés sobre el anillo en movimientos de extensión e hiperextensión frente a los de flexión.<sup>8</sup> Al ser niños, aún no han alcanzado la madurez esquelética y por tanto aún no han sustituido el cartílago por hueso<sup>38</sup>. Esto se traduce en una placa de crecimiento más débil que los adultos, y por tanto, más propensa a trastornos lumbares por estrés<sup>8</sup>.

Respeto a los criterios para la vuelta a la práctica deportiva, no hay un consenso entre los artículos analizados. Mientras algunos se guiaron por las pruebas radiológicas que demuestran una curación ósea<sup>19,21,25</sup>, otros usaron exclusivamente la disminución del dolor o la mejora en la funcionalidad<sup>18,20,31</sup>, quedando unos pocos que no indican con qué motivos dieron la autorización para volver a las actividades deportivas<sup>17,22-24</sup> permitiéndoselo a todos aquellos pacientes que cumplieren con el tratamiento pautado<sup>22</sup>. Según Sys et al.<sup>14</sup>, la mayoría (89.3%) de los atletas jóvenes tratados con terapia conservadora vuelven al mismo nivel deportivo previo, con una mejora de la sintomatología. Este hecho no implica que haya una curación ósea, pues se ha comprobado que esto no interfiere en la capacidad de realizar deporte de la persona<sup>14</sup>. Entre un 49% y un 58% de los médicos no están a favor de permitir la vuelta a deportes de contacto, para los cuales, el periodo de rehabilitación se alarga hasta los 12 meses<sup>29</sup>. En esta revisión, los porcentajes de la vuelta deportiva de los estudios que analizaron únicamente tratamientos quirúrgicos fueron del 100%<sup>24,25,31</sup> pese no volver al deporte o nivel inicial<sup>24</sup>, mientras que en los artículos que manejan tratamientos conservadores, el porcentaje es más bajo, entre un 57.4%<sup>19</sup> hasta un 95%<sup>20</sup>.

Entre las limitaciones de esta revisión es destacable el uso de variables e instrumentos de medida diferentes por parte de los artículos analizados, lo que dificulta su comparación. Dichas escalas y cuestionarios se basan en la medición del dolor y funcionalidad de los pacientes post-intervención y en algunos casos miden la recurrencia del mismo. El 45.5% de los pacientes encuestados por Selhorst et al.<sup>22</sup> refieren recurrencia del dolor a los tres años de finalizar el tratamiento. Tras realizar pruebas de imagen a estos sujetos con dolor, se detectan nuevamente 15 lesiones espondilolíticas, seis de ellas en etapas tempranas. El mismo suceso se observa en el estudio de Sakai et al.<sup>21</sup>, donde se indica un 26.1% de recurrencia en los pacientes, detectando nuevamente EP en etapas muy tempranas en todos ellos. Esto nos hace suponer que es común una recurrencia en la patología y, por tanto, es necesario comprobar la curación ósea y sintomatología meses después de finalizar el tratamiento, así como realizar ejercicio progresivo antes de la vuelta deportiva.

Podemos concluir que, para retomar las actividades deportivas, el tratamiento conservador es efectivo casi de forma exclusiva en las EP tempranas y progresivas, siendo las técnicas de fijación interna mínimamente invasivas la opción más recomendable para deportistas jóvenes con EP en etapa terminal, especialmente si esta es bilateral. Ambas intervenciones deben procurar mantener

al paciente en reposo el mínimo tiempo posible y debería ir seguido de un programa de ejercicios de estiramientos y fortalecimiento progresivo que lo reacondicione a la vuelta deportiva de forma segura. Aunque la falta de unión no va unida a la perpetuación de la sintomatología, la falta de curación del defecto de *pars* cuando se reinicia el deporte, podría suponer una causa de recurrencia de la EP o de la recurrencia del dolor, siendo recomendable su comprobación con pruebas de imagen tras el tratamiento.

Se sugiere realizar futuros estudios de seguimiento a largo plazo donde se midan la curación ósea y la funcionalidad a la hora de volver al deporte, tanto de forma inmediata como años después de finalizar el tratamiento. Esto permitirá conocer la efectividad real del tratamiento, la recurrencia de la EP en los jóvenes según los deportes practicados y su impacto en la calidad de vida de cada paciente. Además, sería interesante investigar si la realización de ejercicios isométricos durante el periodo de descanso podría ser más eficaz que la completa suspensión de ejercicio.

**Autoría.** Todos los autores han contribuido intelectualmente en el desarrollo del trabajo, asumen la responsabilidad de los contenidos y, asimismo, están de acuerdo con la versión definitiva del artículo. **Financiación.** Los autores expresan que no presentan conflictos de interés en la redacción del artículo, ni se realizó bajo ninguna fuente de financiación pública o privada. **Conflicto de intereses.** Los autores declaran no tener conflicto de intereses. **Origen y revisión.** No se ha realizado por encargo, la revisión ha sido externa y por pares. **Responsabilidades éticas.** Protección de personas y animales: Los autores declaran que los procedimientos seguidos están conforme a las normas éticas de la Asociación Médica Mundial y la Declaración de Helsinki. Confidencialidad: Los autores declaran que han seguido los protocolos establecidos por sus respectivos centros para acceder a los datos de las historias clínicas para poder realizar este tipo de publicación con el objeto de realizar una investigación/divulgación para la comunidad. Privacidad: Los autores declaran que no aparecen datos de los pacientes en este artículo.

## Bibliografía

1. [Herman MJ, Pizzutillo PD. Spondylolysis and Spondylolisthesis in the Child and Adolescent: A New Classification. Clin Orthop Rel Res. 2005;\(434\):46-54.](#)
2. [McClellan JW, Vernon BA, White MA, Stamm S, Ryschon KL. Should 25-Hydroxyvitamin D and Bone Density Using DXA be Tested in Adolescents With Lumbar Stress Fractures of the Pars Interarticularis?: J Spinal Disord. Tech. 2012;25\(8\):426-8.](#)
3. [Pennell R, Maurer A, Bonakdarpour A. Stress injuries of the pars interarticularis: radiologic classification and indications for scintigraphy. Am J Roentgenol. 1985;145\(4\):763-6.](#)
4. [Kershen LM, Nacey NC, Patrie JT, Fox MG. Accuracy and efficacy of fluoroscopy-guided pars interarticularis injections on immediate and short-term pain relief. Skeletal Radiol. 2016;45\(10\):1329-35.](#)
5. [Fredrickson BE, Baker D, McHolick WJ, Yuan HA, Lubicky JP. The natural history of spondylolysis and spondylolisthesis. J Bone Joint Surg. 1984;66\(5\):699-707.](#)
6. [Blanda J, Bethem D, Moats W, Lew M. Defects of Pars Interarticularis in Athletes: A Protocol for Nonoperative Treatment. J Spinal Disord. 1993;6\(5\):406-11.](#)
7. [Soler T, Calderón C. The Prevalence of Spondylolysis in the Spanish Elite Athlete. Am J Sports Med. 2000;28\(1\):57-62.](#)
8. [Sairyo K, Goel VK, Vadapalli S, Vishnubhotla SL, Biyani A, Ebraheim N, et al. Biomechanical comparison of lumbar spine with or without spina bifida occulta. A finite element analysis. Spinal Cord. 2006;44\(7\):440-4.](#)
9. [Wiltse LL, Man N, Macnab I. Classification of Spondylolysis and Spondylolisthesis. Clin Orthop Rel Res. 1976;\(117\):23-9.](#)
10. [Yurube T, Kakutani K, Okamoto K, Manabe M, Maeno K, Yoshikawa M, et al. Lumbar spondylolysis: A report of four](#)

- [cases from two generations of a family. J Orthop Surg. 2017;25\(2\):1-5.](#)
11. [Wynne-Davies R, Scott J. Inheritance and spondylolisthesis: a radiographic family survey. J Bone Joint Surg Br. 1979;61-B\(3\):301-5.](#)
  12. [Sakai T, Goda Y, Tezuka F, Takata Y, Higashino K, Sato M, et al. Characteristics of lumbar spondylolysis in elementary school age children. Eur Spine J. 2016;25\(2\):602-6.](#)
  13. [Morita T, Ikata T, Katoh S, Miyake R. Lumbar spondylolysis in children and adolescents. J Bone Joint Surg Br. 1995;77-B\(4\):620-5.](#)
  14. [Sys J, Michielsen J, Bracke P, Martens M, Verstrecken J. Nonoperative treatment of active spondylolysis in elite athletes with normal X-ray findings: literature review and results of conservative treatment. Eur Spine J. 2001;10\(6\):498-504.](#)
  15. [Ralston S, Weir M. Suspecting Lumbar Spondylolysis in Adolescent Low Back Pain. Clin Pediatr. 1998;37\(5\):287-93.](#)
  16. [Barroso C, Ferré R, Gallego V, Hernández Y, Wood MA, Moreno E, et al. Pediatría. En: Fundación Española de Farmacia Hospitalaria. Farmacia Hospitalaria. 3ª ed. Madrid: SCM, SL \(Doyma\); 2002. p.1291-331.](#)
  17. [Leonidou A, Lepetsos P, Pagkalos J, Antonis K, Flieger I, Tsiroidis E, et al. Treatment for Spondylolysis and Spondylolisthesis in Children. J Orthop Surg. 2005;23\(3\):379-82.](#)
  18. [Arima H, Suzuki Y, Togawa D, Mihara Y, Murata H, Matsuyama Y. Low-intensity pulsed ultrasound is effective for progressive-stage lumbar spondylolysis with MRI high-signal change. Eur Spine J. 2017;26\(12\):3122-8.](#)
  19. [Tsukada M, Takiuchi T, Watanabe K. Low-Intensity Pulsed Ultrasound for Early-Stage Lumbar Spondylolysis in Young Athletes: Clin. J Sport Med. 2019;29\(4\):262-6.](#)
  20. [Selhorst M, Fischer A, Graft K, Ravindran R, Peters E, Rodenberg R, et al. Timing of Physical Therapy Referral in Adolescent Athletes With Acute Spondylolysis: A Retrospective Chart Review. Clin J Sport Med. 2017;27\(3\):296-301.](#)
  21. [Sakai T, Tezuka F, Yamashita K, Takata Y, Higashino K, Nagamachi A, et al. Conservative Treatment for Bony Healing in Pediatric Lumbar Spondylolysis. Spine. 2017;42\(12\):E716-20.](#)
  22. [Selhorst M, Fischer A, Graft K, Ravindran R, Peters E, Rodenberg R, et al. Long-Term Clinical Outcomes and Factors That Predict Poor Prognosis in Athletes After a Diagnosis of Acute Spondylolysis: A Retrospective Review With Telephone Follow-up. J Orthop Sports Phys Ther. 2016;46\(12\):1029-36.](#)
  23. [Sousa T, Skaggs DL, Chan P, Yamaguchi KT, Borgella J, Lee C, et al. Benign Natural History of Spondylolysis in Adolescence With Midterm Follow-Up. Spine Deform. 2017;5\(2\):134-8.](#)
  24. [Raudenbush BL, Chambers RC, Silverstein MP, Goodwin RC. Indirect pars repair for pediatric isthmic spondylolysis: a case series. J Spine Surg. 2017;3\(3\):387-91.](#)
  25. [Karatas AF, Dede O, Atanda AA, Holmes L, Rogers K, Gabos P, et al. Comparison of Direct Pars Repair Techniques of Spondylolysis in Pediatric and Adolescent Patients: Pars Compression Screw Versus Pedicle Screw-Rod-Hook. Clin Spine Surg. 2016;29\(7\):272-80.](#)
  26. [Masci L, Pike J, Malara F, Phillips B, Bennell K, Brukner P. Use of the one-legged hyperextension test and magnetic resonance imaging in the diagnosis of active spondylolysis. Br J Sports Med. 2006;40\(11\):940-6.](#)
  27. [El Rassi G, Takemitsu M, Woratanarat P, Shah SA. Lumbar Spondylolysis in Pediatric and Adolescent Soccer Players. Am J Sports Med. 2005;33\(11\):1688-93.](#)
  28. [Fujii K, Katoh S, Sairyo K, Ikata T, Yasui N. Union of defects in the pars interarticularis of the lumbar spine in children and adolescents: the radiological outcome after conservative treatment. J Bone Joint Surg Br. 2004;86-B\(2\):225-31.](#)
  29. [Drazin D, Shirzadi A, Jeswani S, Ching H, Rosner J, Rasouli A, et al. Direct surgical repair of spondylolysis in athletes: indications, techniques, and outcomes. Neurosurg Focus. 2011;31\(5\):E1-9.](#)
  30. [Sairyo K, Katoh S, Sasa T, Yasui N, Goel VK, Vadapalli S, et al. 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. 2005;33\(4\):583-90.](#)
  31. [Bartochowski Ł, Jurasz W, Kruczyński J. A minimal soft tissue damage approach of spondylolysis repair in athletes: preliminary report. Eur J Orthop Surg Traumatol. 2017;27\(7\):1011-7.](#)
  32. [Huang Y, Liu J, Guo L, Meng Y, Hao D, Du J. "Temporary" Short Segment Fixation in Treating Adolescent Lumbar Spondylolysis. World Neurosurg. 2019;123:e77-84.](#)
  33. [Nielsen E, Andras LM, Skaggs DL. Diagnosis of Spondylolysis and Spondylolisthesis Is Delayed Six Months After Seeing Nonorthopedic Providers\\*. Spine Deform. 2018;6\(3\):263-6.](#)
  34. [Iwaki K, Sakai T, Hatayama D, Hayashi Y, Inoue N, Matsumoto M, et al. Physical features of pediatric patients with lumbar spondylolysis and effectiveness of rehabilitation. J Med Investig. 2018;65\(3.4\):177-83.](#)
  35. [Gillis CC, Eichholz K, Thoman WJ, Fessler RG. A minimally invasive approach to defects of the pars interarticularis: Restoring function in competitive athletes. Clin. Neurol Neurosurg. 2015;139:29-34.](#)
  36. [Soliman HM. Irrigation endoscopic assisted percutaneous pars repair: technical note. Spine J. 2016;16\(10\):1276-81.](#)
  37. [Ibarra DJM, María DVA, Romero DFT, Cabrales DVR. Reparación de la espondilolisis en columna lumbar. Rev Colomb Ortop Traumatol. 2005;19\(3\):50-5.](#)
  38. [Gómez-Campos R, De Arruda M, Hobold E, Abella CP, Camargo C, Salazar CM, et al. Valoración de la maduración biológica: usos y aplicaciones en el ámbito escolar. Rev Andal Med Deporte. 2013;6\(4\):151-60.](#)