

Review

Scheuermann Kyphosis for dummies

Adrián Alonso Caravaca ^{1,*} and Amparo Ortega Yago ²

¹ Degree in Medicine. University of Murcia. Orthopaedic Surgeon Registrar at Hospital Universitario y Politécnico La Fe, Valencia, Spain. <https://orcid.org/0000-0001-8398-2860>

² Degree in Medicine. Catholic University of Valencia. Orthopaedic Surgeon Registrar at Hospital Universitario y Politécnico La Fe, Valencia, Spain.

* Correspondence: adrian-alonso-caravaca@gmail.com

Academic Editor: Firstname Last-name

Received: date

Accepted: date

Published: date



Copyright: © 2021 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Abstract: Scheuermann kyphosis debuts in young adolescents and it is defined as a fixed hyperkyphosis $>40^\circ$ Cobb, with associated anterior wedging of vertebral endplates of $>5^\circ$ in three or more adjacent vertebrae. It is thought to be caused by mechanical stress on structurally deficient vertebral endplates. For its diagnosis, clinical history and plain radiographs are used, but also MRI when there is neurological affection. Treatment depends on the severity of the curve: those $<60^\circ$ can be treated orthopaedically with Milwaukee bracing in combination with rehabilitation treatment (stretching or muscle strengthening) and postural hygiene. If $>70^\circ$, surgical treatment is indicated using a posterior-only approach, as it reduces the apparition of complications when compared with anterior and combined approach. Vertebral osteotomies will be made depending on the DAR. We will use pedicular screws and bars, and transverse hooks to end instrumentation, as we attach distally the SSV and proximally the first kyphotic vertebra, to avoid revision surgery. Among the complications (14%) we find surgical site infection (up to 10%), neurological injury (8%), or pulmonary complications derived from anterior approach (20%). Habrá que hacer, por tanto, un balance global del paciente y de su equilibrio sagital para garantizar un resultado óptimo.

Keywords: kyphosis; Scheuermann's disease; surgery

Resumen: La Cifosis de Scheuermann aparece en jóvenes adolescentes y se define como una hiper-cifosis rígida estructural $>40^\circ$ Cobb, con la presencia de acunamiento anterior de los platillos vertebrales $>5^\circ$, en tres o más vértebras contiguas. Se piensa que está producida por estrés mecánico sobre una vértebra cuyo platillo está estructuralmente debilitado. Para el diagnóstico, además de la clínica, utilizamos radiografías simples y RMN cuando asocien clínica neurológica. Su tratamiento depende del grado de cifosis, siendo aquellas $<60^\circ$ tratadas sólo si son sintomáticas o progresan, mediante ortesis de tipo Milwaukee en combinación con estiramientos/fortalecimiento muscular e higiene postural. Si es $>70^\circ$, estaría indicado tratamiento quirúrgico optándose por un abordaje únicamente posterior ya que reduce la aparición de complicaciones comparado con el abordaje anterior o combinado. Realizaremos osteotomías vertebrales en función de su DAR. Para la fijación de la columna, utilizaremos tornillos pediculares y barras, así como uñas en los extremos de la instrumentación. Fijaremos distalmente en función del SSV y proximalmente incluiremos la vértebra más craneal incluida en la cifosis lo que evitará cirugías de revisión. Entre las complicaciones (14%), encontramos la infección de la herida quirúrgica (hasta 10%), lesiones neurológicas (8%), o complicaciones pulmonares en el abordaje anterior (20%). An holistic approach must be made, focussing on sagittal balance, in order to obtain the best results for the patient.

Palabras clave: cifosis; Enfermedad de Scheuermann; cirugía

1. Introducción

La Cifosis de Scheuermann es una patología que aparece predominantemente en pacientes jóvenes (12-17 años), pero casi nunca antes de los 10 años, con una prevalencia que varía del 1-8% según series, sin discriminación por sexos, y que afecta principalmente a la columna torácica (pero no únicamente). [1] Es, además, una patología con un poder importante de comorbilidad si se deja sin tratamiento. Por todo ello, en los siguientes apartados, comenzaremos a entender esta enfermedad, y lo que deberíamos hacer si nos encontramos con un paciente en el que la sospechemos. Antes de comenzar, y con fines didácticos, hay que señalar que la enfermedad se caracteriza por lo siguiente [2]:

1. Hiper cifosis torácica "rígida": se trata de una cifosis torácica con un ángulo de Cobb $>40^\circ$ (que para la región dorsal está formado por una línea paralela al platillo vertebral superior de T4 y el inferior de T12). Será una cifosis rígida porque no corrige completamente cuando le pedimos al paciente que se ponga "recto", es decir, que esté lo más erguido posible.
2. Acuñaamiento vertebral anterior $>5^\circ$: este ángulo lo mediremos en la radiografía lateral (al igual que el anterior) trazando dos líneas paralelas a los platillos de la vértebra en cuestión.
3. Acuñaamiento presente en al menos 3 o más vértebras contiguas.

1.1 Historia

A modo de curiosidad, esta enfermedad toma el nombre de la primera persona que la describió, Holger Werfel Scheuermann en 1920 [3] que pensaba que se trataba de una lesión vertebral osteocondral que causaba un acuñaamiento. Sin embargo, fue más tarde, en 1964, cuando Sorensen [2] describió los hallazgos radiográficos diagnósticos del Scheuermann y que ya hemos descrito al principio de la introducción.

1.2 Etiopatogenia y fisiopatología

Existen muchas teorías al respecto, sin embargo, la que más aceptada está actualmente, es la del estrés traumático sobre una vértebra débil debido a la alteración de su platillo vertebral [4]. Pero antes de hablar sobre la enfermedad, ¿qué es el platillo vertebral y por qué es importante? Se trata de una zona compuesta por cartílago y hueso esponjoso que está en íntimo contacto con el disco intervertebral. Es una zona intrínsecamente débil que está expuesta a la transmisión de fuerzas axiales y rotacionales que inciden sobre la columna. (Figura 1) Es además una zona de paso de los vasos sanguíneos hacia el disco intervertebral (de naturaleza avascular), por lo que, si se interrumpe su crecimiento, o se altera su morfología, podremos decir que el disco también sufrirá las consecuencias de una degeneración más precoz. [5] (Figura 2)

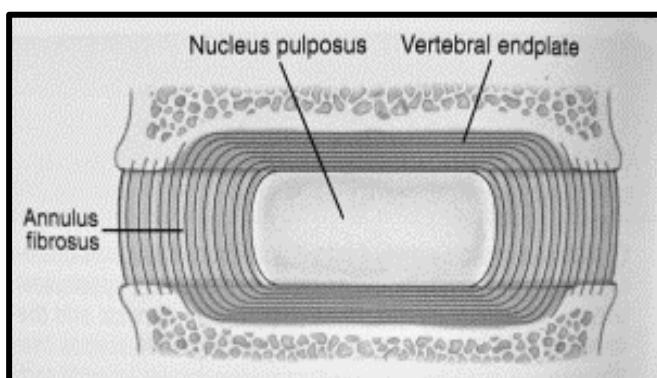


Figura 1. Esquema del platillo vertebral, como un componente osteocondral de la vértebra en íntimo contacto con el disco. Imagen tomada del libro de Neumann 2009 (página 330). [6]

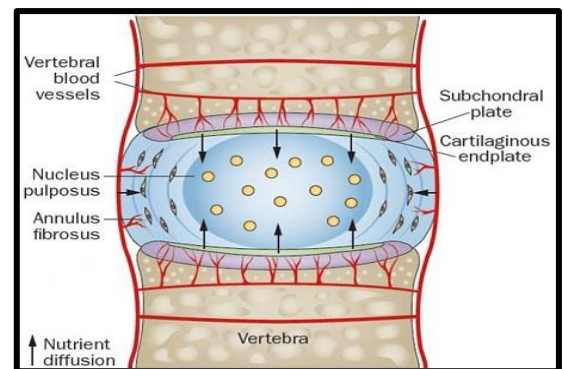


Figura 2. Esquema que muestra la íntima relación nutritiva del “endplate” con el disco intervertebral. Imagen obtenida del trabajo de Ruiz Willis, C. [7]

Se conoce que existe un componente genético, por la concordancia entre gemelos homocigóticos de incidencia de la enfermedad, sin embargo, solo se ha postulado, sin confirmar una teoría de herencia autosómica dominante, en la que estarían implicados los genes del colágeno 1A1 y 1A2. [8] ¿Qué se ha encontrado en ese fin de platillo vertebral en la enfermedad de Scheuermann? [9]

- Mineralización irregular debido a una osificación endocondral desorganizada.
- Cartílago anormal con una ratio colágeno:proteoglicanos alterada. Está aumentada la cantidad de proteoglicanos en la biopsia de este cartílago de crecimiento.

Todo ello va a dar lugar a un crecimiento deficitario del cartílago de crecimiento vertebral durante la adolescencia y que acabará modificando la morfología vertebral hacia una acunada (“wedge-shaped”).

A modo de resumen, podría decirse que se produce una osteonecrosis del cartílago de crecimiento en la porción anterior de las vértebras de los pacientes afectados por esta enfermedad. Tenemos los factores que predisponen a tener una vértebra débil, pero ahora, ¿hay algo que pueda hacer que se altere su morfología? [10]

- Actividades deportivas extenuantes (halterofilia, gimnasia artística/rítmica, rugby...)
- Trabajadores manuales (posición de flexión de tronco).
- Obesidad y alto IMC. Esta teoría no se ha confirmado, pero sugieren que puede estar involucrado. [11]

2. Materials and Methods

El diagnóstico de esta patología es clínico y radiográfico, por lo que deberemos tener en cuenta ambos aspectos.

2.1 Clínica y tipos (5,12)

2.1.1. Forma clásica/tipo I: La descrita por Scheuermann en la que sólo existe afectación torácica y su ápex estará localizado en T7-9. Se suele diagnosticar a partir de la adolescencia, con el estirón y casi siempre por los familiares o en algún examen físico rutinario (como puede ser en las clases de educación física). Se deberá hacer un examen rutinario de estos pacientes que incluya:

1. Exploración completa de columna, incluyendo el balance sagital/coronal para valorar escoliosis entre otros hallazgos que puedan estar presentes. (Figura 3) [13]
 - HiperCIFosis torácica estructural
 - Hiperlordosis lumbar no estructural
 - Anteversión pélvica
 - Hombros caídos (abducción escapular)
 - Escoliosis (15-20%) que debe tener el mismo ápex que la cifosis [14]



Figura 3. Inspección de columna en un paciente con Scheuermann. Obsérvese que la hiperCIFosis condiciona una joroba. Imagen tomada del trabajo de Sardar, ZM. 2019.

2. Rango completo de movilidad, que puede estar limitado en estos pacientes.
3. Exploración neurológica completa para detectar posibles alteraciones. Es raro que se presenten en estos pacientes a menos que se asocien a espondilolistesis, quistes duros, hernias discales o sea una cifosis muy angular (es decir, que tenga pocas vertebras causantes de la cifosis). Casi siempre aparecerá de forma postraumática.
4. Evaluar clínica pulmonar. En algunos casos, con curvas muy pronunciadas ($>100^\circ$) que limitan su calidad de vida por la aparición de un patrón pulmonar restrictivo.
5. Radiografía simple. Debemos realizar radiografía de columna completas (reconstrucciones $30^\circ \times 90^\circ$) para valorar la alineación vertebral en ambos planos (coronal/sagital). Para el diagnóstico del Scheuermann, la que más información nos da es la proyección lateral y podremos encontrar multitud de hallazgos. (Figuras 4 y 5)

Entre los hallazgos más comunes que se pueden ver en radiografía, hay que incluir otros que se valoran mejor con el uso de RMN. Incluyen platillos vertebrales irregulares, nódulos de Schmorl (16-35%), afectación discal (50%), espondilosis/espondilolistesis, edema óseo (que suele asociarse a dolor espalda) y/o escoliosis. (Figuras 5 y 8)

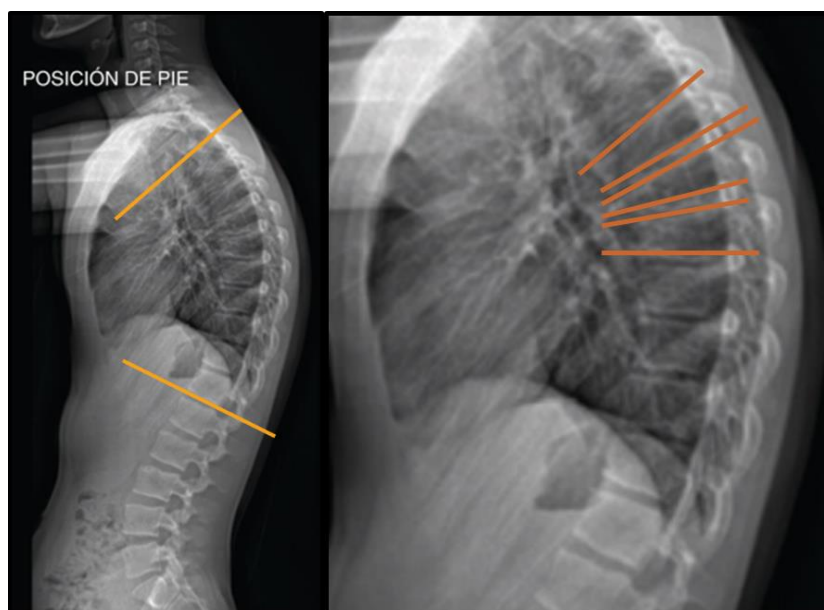


Figura 4. Radiografía 30°90 en proyección lateral donde se encuentra una hiper cifosis de 55° con ápex en T5 y el acuñamiento anterior de tres vértebras.

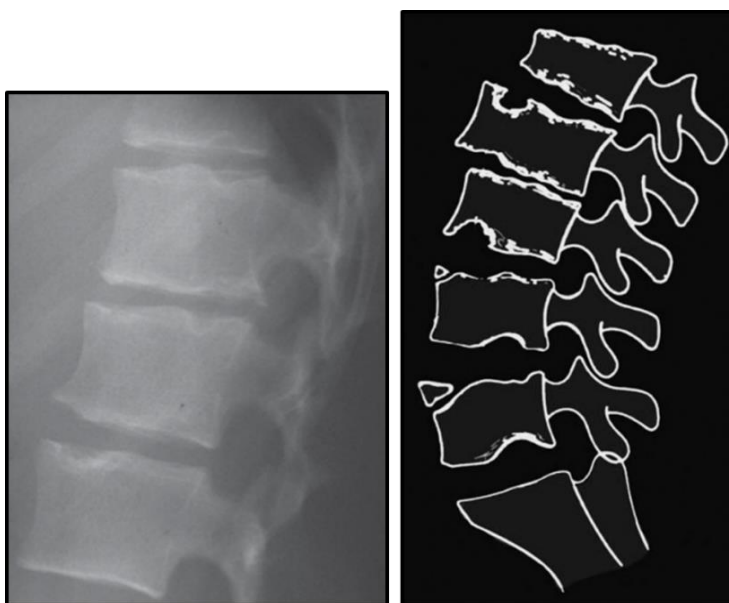


Figura 5. Ampliación de radiografía lateral con esquema de hallazgos radiográficos posibles en la Enfermedad de Scheuermann descritos en el texto. Imágenes tomadas del trabajo de Palazzo, C. 2014.

Otro aspecto muy importante que valorar, es el equilibrio sagital en la radiografía, y eso se hace mediante el cálculo de los parámetros pélvicos en vistas a la planificación preoperatoria (Figura 6). En concreto, la incidencia pélvica (PI) es el ángulo que forma una línea perpendicular al punto medio del promontorio con el punto medio de la línea que une las cabezas femorales. Este valor es importante no solo en la cifosis de Scheuermann sino para el balance sagital global y el tratamiento de muchas patologías de columna. [15]

Para mantener un buen equilibrio sagital, el balance PI – LL (lordosis lumbar) $< 10^\circ$, se debe mantener. Sin embargo, se ha propuesto otra fórmula para los pacientes con Cifosis de Scheuermann que está validada, sin embargo, que estos pacientes tengan menor tasa de complicaciones postoperatorias está todavía por descubrir. [16] La fórmula es la siguiente: Δ (delta) = (cifosis torácica -45) + (cifosis toracolumbar -0) + (PI-LL) = $\pm 10^\circ$

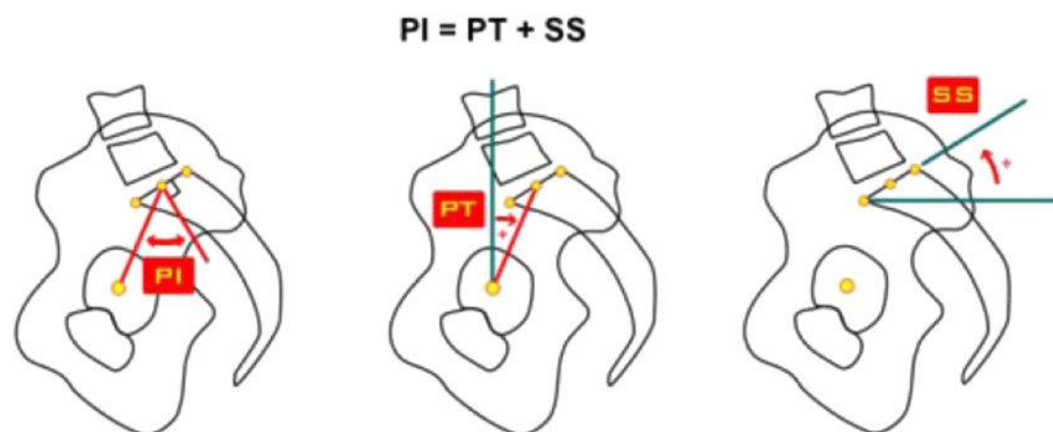


Figura 6. Medición de parámetros pélvicos. PI = pelvic incidence (incidencia pélvica), PT = pelvic tilt, SS = sacral slope. Imágenes tomadas del trabajo de Le Huec, JC. 2014.

Además, para la planificación prequirúrgica también necesitaremos tener radiografías de la mano no dominante (para valorar el estado del crecimiento) y de columna lateral en corrección con fulcro en la región del ápex de la curva, para valorar la flexibilidad de esta (corrección >50%). (Figura 7)



Figura 7. Pruebas necesarias para planificación preoperatoria (Rx mano no dominante y corrección curva).

2.1.2. Forma toracolumbar/tipo II: En este caso, existe afectación de la columna lumbar, con la consecuente pérdida de lordosis fisiológica. Generalmente estas formas cursan con mayor dolor, que casi siempre se localiza a nivel del ápex. En otros casos, se acompaña de dolor lumbar de tipo mecánico y por la tensión muscular. [17]

Lo hallazgos radiográficos en el tipo II son similares a los encontrados anteriormente. Además, conviene hablar de los nódulos de Schmorl [18] pueden ser centrales o intraóseos/intraesponjosos, pero también retromarginales anteriores o posterior y esto es debido a que durante el crecimiento y el proceso de osificación de las vértebras, las apófisis en anillo (un núcleo de osificación secundario que forma el platillo vertebral), está formada por cartílago todavía, y se puede fracturar con la consecuente herniación del disco hacia esas zonas.

Quiero recalcar que no existe una enfermedad de Scheuermann cervical, o al menos no se ha documentado. Se hipotetiza que pudiera ser debido a la estabilidad de los uncus (una apófisis de los cuerpos vertebrales cervicales) que hace que apenas tengan movilidad y exista el estrés mecánico necesario. Finalmente hay que comentar que esta limitación o sintomatología no se relaciona con la magnitud de la curva y que muchas veces los pacientes cursan de forma asintomática.

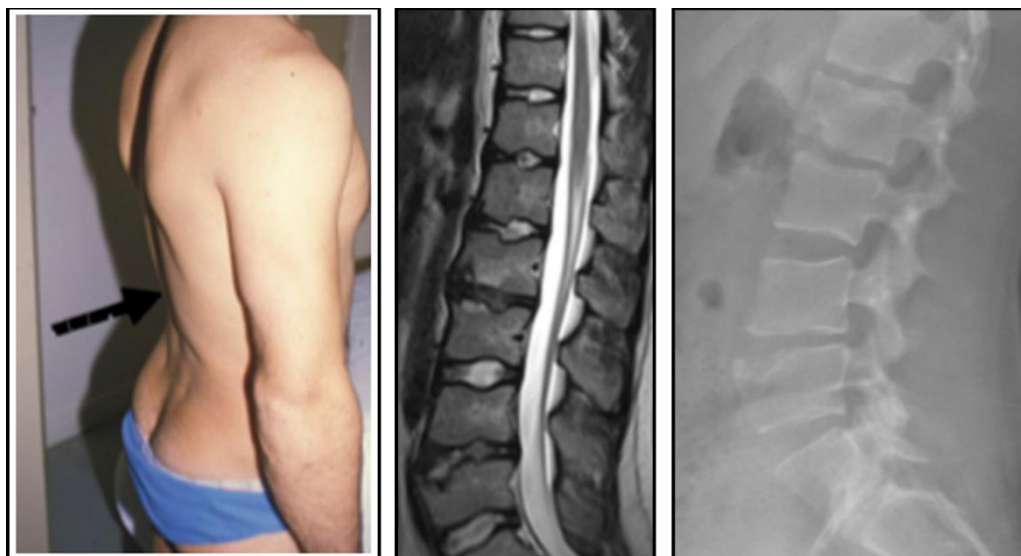


Figura 8. Imagen clínica, RMN y radiográfica de una enfermedad de Scheuermann atípica o tipo II. Imágenes tomadas del trabajo de Palazzo, C. 2014.

3. Tratamiento

Existe ligero desacuerdo en la literatura con respecto a los rangos límite a la hora de tratar la cifosis de manera conservadora, ortopédica o quirúrgica, aunque generalmente existe una tendencia a ciertos valores de los que hablaremos seguidamente. Generalmente en las curvas de baja magnitud ($>60^\circ$) no solemos realizar prácticamente tratamiento, será suficiente con la observación, consejo, y evitar la práctica deportiva que implique estrés mecánico excesivo sobre las vértebras (por supuesto, evitando deportes de los que hemos hablado antes).

3.1. Conservador

La gran mayoría de los pacientes entran en este grupo de pacientes en los que solamente es necesario observar si la curva progresa. En cuanto a curvas de mayor magnitud ($50-80^\circ$ Cobb), que asocien o no síntomas, se recomienda lo siguiente:

- Higiene postural
- Estiramientos pectorales e isquiotibiales / fortalecimiento muscular de erectores del tronco. Junto con lo anterior, presentan evidencia demostrada de reducción del dolor. [19]
- Psicoterapia en caso de existir afectación psicológica por imagen (que no suele haber).
- Tratamiento ortopédico. El tratamiento conservador prínceps en nuestra especialidad.
- Terapia física / manual / osteopatía. Sin evidencia demostrada.

3.1.1. Tratamiento con corsé (tipo Milwaukee, Boston o antri-gravitatorios): Se basa en la disminución de presión sobre estos platillos vertebrales en formación. Es el único tratamiento conservador que ha logrado enlentecer o parar la progresión de la enfermedad, así como reducir el dolor. Si bien existen una serie de requisitos para usar corsé estos corsés:

1. Estar en periodo de crecimiento. Pacientes esqueléticamente inmaduros porque presentan curvas flexibles.
2. Tiempo-dependiente. Serán necesarias de 16-23h/día para que tenga algo de efecto.
3. Deberá continuarse el tratamiento hasta 1-2 años tras terminado el crecimiento.

Según la forma de la enfermedad tendrán una serie de apoyos. Posteriores a nivel del ápex y sacro (éste únicamente en la forma clásica) y dos anteriores en la parte alta del tronco y baja para elevarlo, compensar los posterior, y evitar que la gravedad ejerza efecto deletéreo sobre la curva. [20] También conviene decir que, una vez retirado el corsé, existe la posibilidad de que se pierda la reducción que se conseguía con la curva, es decir, que aumente la gravedad de esta. [21]

3.2. Quirúrgico [22]

El tratamiento quirúrgico se basa en tres pilares: liberación de estructuras, corrección de la deformidad y artrodesis instrumentada. Generalmente se acepta una magnitud mayor de 70° como indicación quirúrgica, aunque en realidad es el paciente el que suele demandar la cirugía debido a discomfort con los síntomas o la deformidad. Algunas de las indicaciones más aceptadas son:

- Deformidad progresiva
- Dolor lumbar crónico refractario
- Déficit neurológico progresivo
- Fracaso del tratamiento conservador
- Indicación “paciente-dependiente”

3.2.1. Historia: en un principio se abogó por el abordaje posterior con la instrumentación de Harrington o el Cotrel-Dobusset, pero este tipo de fijación generaba demasiados fallos y complicaciones ante la falta de apoyo anterior terminaron por abandonarse de forma individual y comenzaron a ponerse de moda los dobles abordajes anterior-posterior, que, aunque no estaban exentos de complicaciones, conseguían mayores reducciones de las cifosis. [23] Se basaban en la liberación anterior de las estructuras vertebrales mediante toracotomía (discectomías + fusión intersomática), y posteriormente la fusión posterior. A veces, el halo-tracción nos puede ser útil para tratar de flexibilizar una curva, que en principio se asemeja rígida (Figura 9). Actualmente, el tratamiento que se considera de elección es el abordaje único posterior, mediante tornillos pediculares y asociando osteotomías, con muy buenos resultados, comparables a los del abordaje doble (que debe realizarse en dos tiempos para evitar mayores complicaciones).

Abordaje combinado (anterior-posterior)	Posterior-“only”
“Menor pérdida de corrección”	Menor pérdida sanguínea
“Mayor corrección”	Menor tiempo quirúrgico
	Menor riesgo de cifosis de unión

Tabla 1. Ventajas relativas a cada uno de los tipos de abordajes. La pérdida de corrección ha disminuido a lo largo de los años con la mejora de la técnica quirúrgica tanto en el abordaje anterior como el posterior. Siendo ahora similar al mismo en el “posterior-only” también en cuanto a resultados quirúrgicos. (24)

El principal problema es que cuando analizamos los resultados, los estudios de abordaje combinado suelen ser de baja calidad, antiguos y se basan en pacientes con curvas más importantes y de mayor magnitud. Lo que puede hacer que estas supuestas ventajas de este tipo de abordaje estén sesgadas (Tabla 1).

¿Cuándo será necesario el abordaje anterior? Clásicamente se ha utilizado para el Scheuermann del adulto, en el tipo II (porque es necesario obtener más grados de corrección) o aquellas cifosis que son rígidas en general, debido a la limitación o debilidad de las estructuras nobles (vasculares y nerviosas) anteriores. En cualquier caso, nunca se harán ambas en el mismo acto quirúrgico, sino de forma secuencial porque se ha estudiado que disminuye las complicaciones.



Figura 9. Ejemplo de paciente con Scheuermann, y tratamiento adyuvante con halo-tracción previo tratamiento quirúrgico.

3.2.2. Corrección de la deformidad: Mediante osteotomías Según la clasificación de Schwab [25] podemos clasificar las osteotomías en 6 grupos: (Figura 10)

1. Facetomía agresiva y/o Smith-Peterson (OS-P). Se reseca parte la lámina y la espinosa.
2. Osteotomía de Ponte (OP; resección de ambas facetas). Además, con exéresis del ligamento interespinoso y del amarillo. En esta dos necesitaremos que el disco esté abierto por delante para poder corregir la deformidad (aproximadamente 5-10° por vértebra).
3. Osteotomía de sustracción pedicular (OSP; en cuña anterior sobre el cuerpo vertebral), con una corrección de hasta 30° por vértebra.
4. Osteotomía de sustracción pedicular + exéresis del disco suprayacente. Esta dos últimas no dependen de que haya o no, espacio anterior abierto, ya que por sí sola, actúa sobre la parte anterior de la columna.
5. Resección de columna vertebral (RCV) de un nivel con exéresis de los discos adyacentes.
6. Resección de columna vertebral multinivel.

A modo de resumen, se podría decir que 3 osteotomía de Smith-Peterson, equivaldrían en corrección a 1 osteotomía de sustracción pedicular. [26]

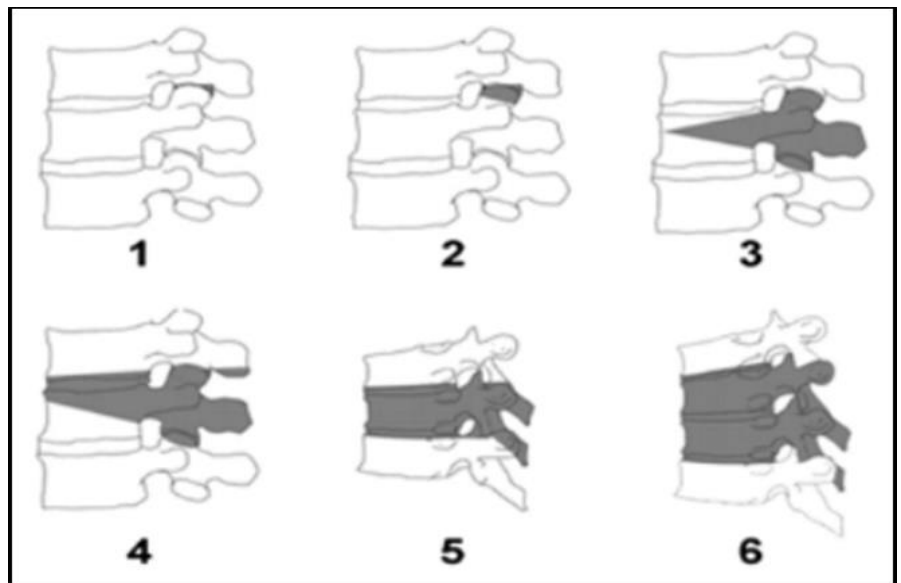


Figura 10. Osteotomías vertebrales. Imagen tomada del trabajo de Schwabb, F. et al.

¿Cuántas osteotomías necesitamos? Para ayudar a responder esta pregunta, podemos utilizar el valor del DAR (sagittal Deformity Angular Ratio) = ángulo cifosis / número de vértebras de la cifosis. A menor número mejor, curvas más suaves y viceversa para curvas más angulares donde necesitaremos mayor número de osteotomías. Además, un DAR muy alto se ha asociado a mayor riesgo de alertas en la neuro-monitorización. [27] También podremos calcularlo en base al hilo de la plomada: si cae >5cm por delante del disco lumbosacro necesitaremos al menos una OSP.

3.2.3. Cifosis transicional o de la unión: Esta complicación, frecuente en el tratamiento quirúrgico antiguamente, según series, tiene una incidencia del 20-40%. Se define como un ángulo de Cobb >10° entre los segmentos fusionados y los no fusionados. [28] Constructos más rígidos aumentan el riesgo de cifosis de la unión, mientras que aquellos más flexibles, pueden provocar una pérdida de la reducción (debemos valorar el riesgo-beneficio de cada tipo de instrumentación). (Figura 11)

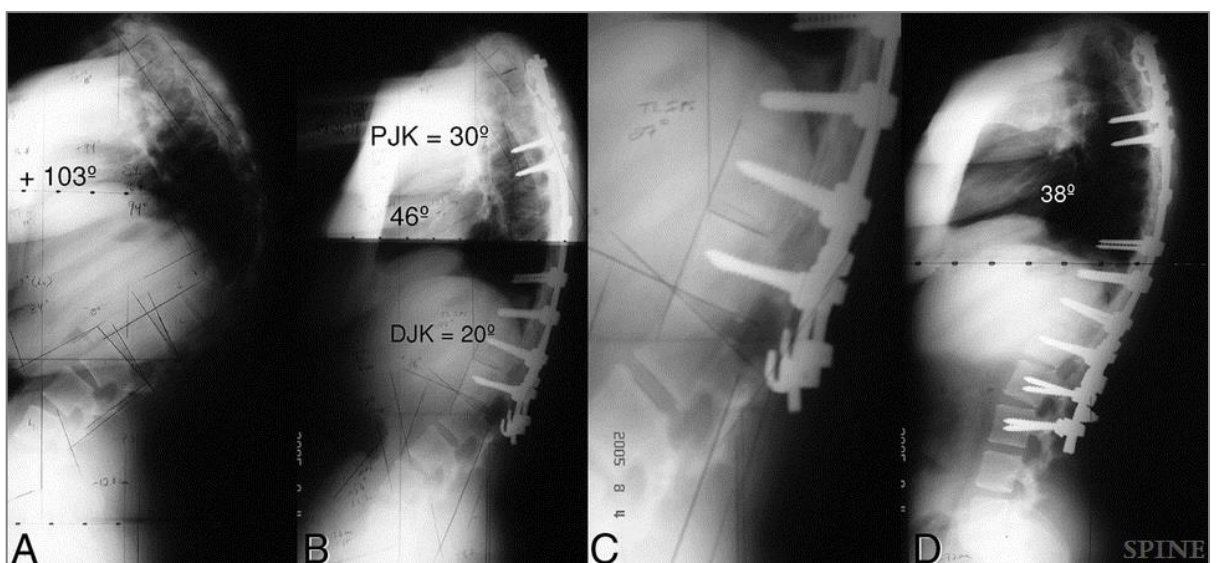


Figura 11. Niña de 16 años con una cifosis inicial de 103° (A), que se trata quirúrgicamente y en el postoperatorio se desarrolla una cifosis transicional proximal y distal (30° y 20° respectivamente; B y C). Para su corrección se amplía la instrumentación (D). Imágenes tomadas del tabajo de Looner, BS., et al.

Esta complicación se ha asociado a una mayor incidencia pélvica de los pacientes, una falta de fijación de niveles que deberían estar incluidos, así como a una sobrecorrección quirúrgica (empeoraremos el balance sagital al dejar una lordosis lumbar pequeña que no podrá compensar la cifosis). [29] Para evitar dicha complicación, se han valorado las siguientes opciones [30]:

- Fusional proximalmente a la vértebra de Cobb.
- Mantener los tejidos blandos en los niveles límite.
- “Soft-landing” o aterrizaje suave de la unión (con ganchos, agujas o barras de transición que cambia de diámetro) para una transición más gradual (ya probado en la escoliosis con buenos resultados).

3.2.4. Abordaje posterior. Selección del nivel de fusión [31] (Figura 12): previamente existía controversia en cuando a cuál debe ser el último nivel distal. Primeramente, se utilizaba la FLV (1st lordotic vertebra = primera vértebra lordótica) o FLD (disk) que es el más craneal que se abría en lordosis anterior $\geq 5^\circ$. Sin embargo, daba muchas complicaciones debido a que era de difícil valoración en pacientes con hiperlordosis y finalmente quedaban curvas con fusiones muy cortas. Por los motivos descritos, se describió y se utiliza hoy en día el SSV (sagital stable vertebra), que es la última que toca (más proximal) una línea perpendicular a la horizontal trazada desde el vértice posterior del cuerpo de S1. [32] Este nuevo criterio, proporcionó gran mejoría de la incidencia de cifosis de la unión distal, así como una mayor resistencia al “pull-out” de los tornillos, menor pérdida de reducción y menor desbalance sagital post-quirúrgico. Como apreciación, si la última vértebra que tocaba, lo hacía por poco, convenía mirar el disco suprayacente, de forma que si éste estaba en lordosis de $\geq 5^\circ$, ese nivel de fusión se consideraría correcto para la fijación. A nivel proximal, se debe incluir la última vértebra del ángulo de Cobb (la más alta) y tener en cuenta que desde el ápex de la curva debe haber el mismo número de vértebras fijadas (o incluso una vértebra más en proximal).

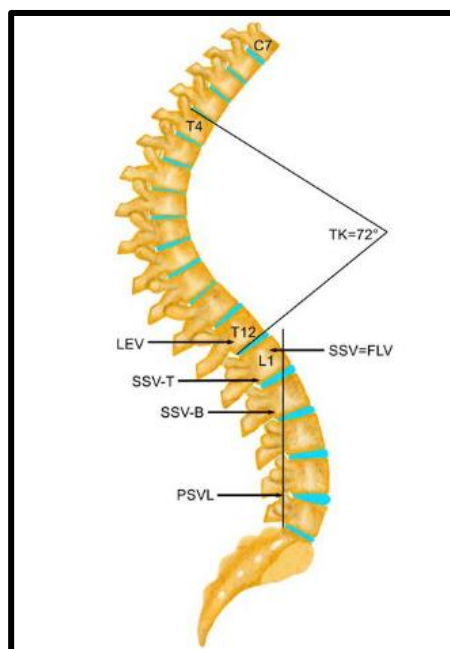


Figura 12. Esquema de parámetros de utilidad para seleccionar el nivel de fijación de la artrodesis posterior. PSVL = posterior sacral vertical line. Imagen tomada del trabajo de Gong, Y., et al.

3.2.5. Complicaciones quirúrgicas: A parte de la cifosis de la unión, existen otras complicaciones que hay que tener en cuenta, con una incidencia, según series del 14%. [33] Por lo general, son más frecuente en adultos y se tratan de la infección herida quirúrgica (4-10%), lesión neurológica aguda (2-8%), o cirugía de revisión (3-14%).

Sin embargo, hay otras mucho más frecuentes en el abordaje anterior como las complicaciones vasculares (6%) o pulmonares (20%; embolia pulmonar, derrame pleural, hemotórax, atelectasias, insuficiencia respiratoria aguda...).

Entre las soluciones que se proponen, sobre todo a la hora de evitar la lesión neurológica, se propone mejorar la investigación en el campo de la monitorización multimodal neurofisiológica. Aunque hasta el momento no se entiende o no se utiliza tanto como poco la cirugía de la escoliosis, es necesario su desarrollo en esta patología para reducir al mínimo las complicaciones. [34]

Por último, hay que indicar que un novedoso estudio ha encontrado correlación entre las irregularidades del platillo vertebral y las fracturas por fragilidad vertebrales. Por lo tanto, se podría pensar que en la enfermedad de Scheuermann habría un mayor riesgo de fracturas por fragilidad, sin embargo, los estudios no muestran claros resultados. [35]

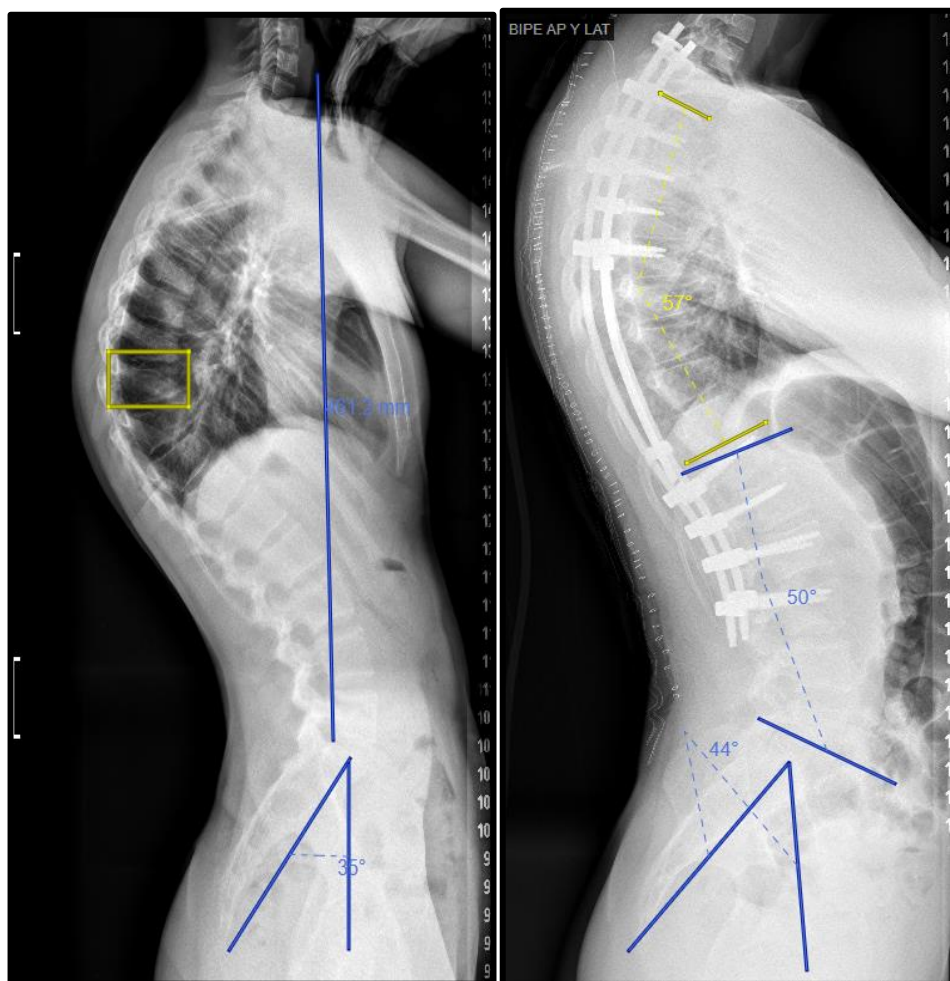
4. Conclusiones

Para terminar, y como conceptos que debemos tener claros con respecto a la Cifosis de Scheuermann, destacar los siguientes puntos:

- La etología de esta enfermedad está todavía por confirmar y presenta un resto actualmente.
- La clínica y la radiografía simple son suficiente para darnos el diagnóstico de esta patología. Se recomienda pedir RMN en caso de clínica neurológica, ya que podrá asociar otras patologías como hernias o espondilolistesis que habrá que tratar también.
- Cuánto antes se lleve a cabo el tratamiento de la enfermedad, siempre que esté indicado, mejor será el pronóstico del paciente (independientemente que se conservador con ortesis o quirúrgico mediante artrodesis).
- Actualmente el tratamiento quirúrgico opta más por un abordaje único posterior a fin de evitar las complicaciones. Sin embargo, si la curva es muy desafiante, es posible que cirujanos experimentados (a veces en conjunto con cirugía torácica) realicen abordajes dobles.
- Seleccionar los niveles correctos de la instrumentación es primordial para que el pronóstico de estos pacientes sea bueno, y evitar cirugías de revisión. Queremos recordar que son pacientes jóvenes y con tiempo para presentar complicaciones relacionadas con el implante.
- ¿Por qué tratamos la Cifosis de Scheuermann? No se trata de la indicación meramente quirúrgica, como ya hemos hablado anteriormente, sino que habrá que tener en cuenta clínica, edad, magnitud de la curva, complicaciones, calidad de vida del paciente, y estética.

Apéndice 1. Caso clínico (Figuras 13 y 14)

Varón de 16 años con 85° de cifosis y 70° lordosis, además de un Sanders >V que indica prácticamente madurez esquelética. En la Rx en corrección apenas corrige, por lo que finalmente se opta por tratamiento quirúrgico. Entre la planificación preoperatoria se encuentran los siguientes valores: ápex = T9, PI = 35°, SSV = L3, FLL = L3. Tras la cirugía, encontramos los siguientes valores: cifosis torácica = 57°, lordosis lumbar = 50°, PI = 44°; por lo que la fórmula quedaría de la siguiente manera $44 - 55 = -7^\circ$, valor que se considera correcto para el balance sagital global. La técnica utilizada ha sido un abordaje posterior único con instrumentación desde T2 (uñas) y T3 hasta L3 con tornillos pediculares y una doble barra (simulando el sistema de Dobousset). Además, previa a la instrumentación se realizaron osteotomías de Ponte multinivel. La monitorización neurofisiológica multimodal no presentó alteraciones.



Figuras 13 y 14. Caso clínico descrito en el texto.

Apéndice 2. Algoritmo manejo cifosis del adolescente

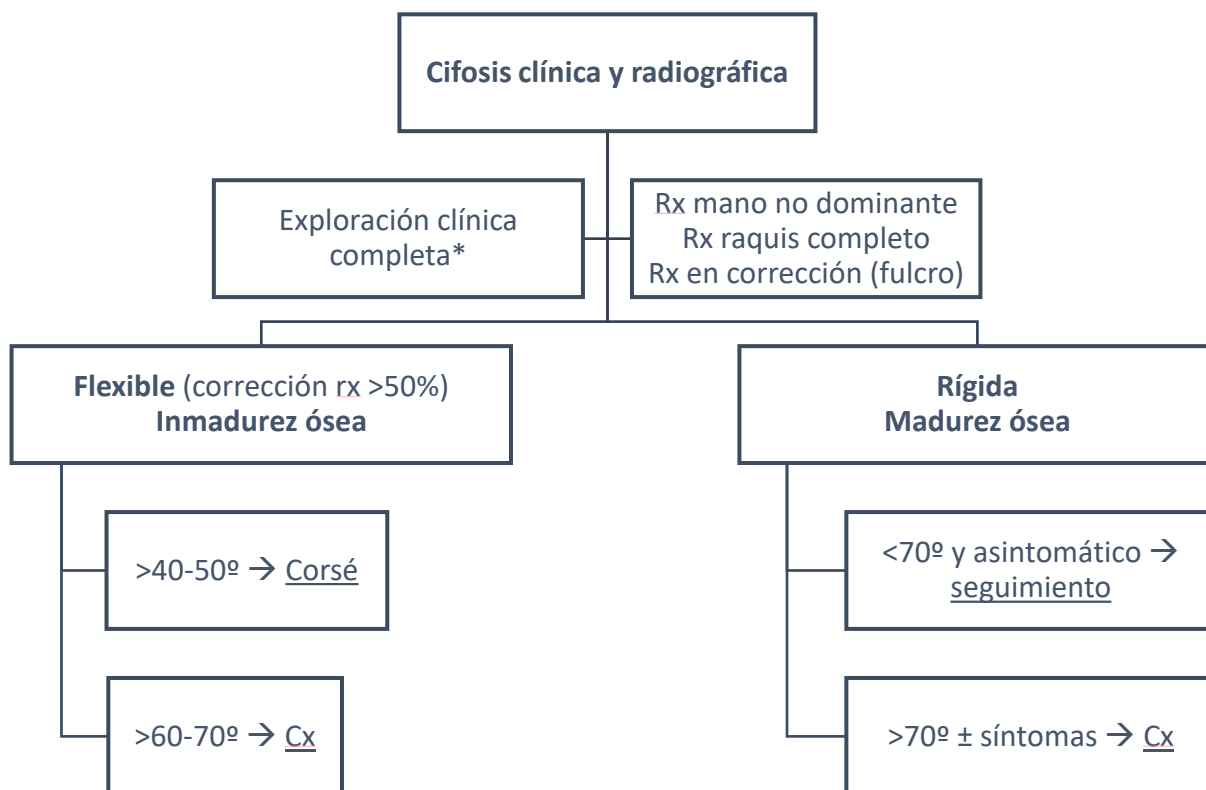


Figura 15. Algoritmo de manejo de la cifosis del adolescente. Tendremos que hacer *diagnóstico diferencial antes de diagnosticar de Cifosis de Scheuermann, con cifosis postural, hiper cifosis atribuible a otra patología, cifosis post-quirúrgica, espondilitis anquilosante, y escoliosis.

Contribución de los autores: Todos los autores han participado de manera equitativa, así como han leído y aceptado esta versión para la publicación del manuscrito.

Fondos: Este artículo no ha recibido fondos de ningún tipo para su redacción o publicación.

Declaración sobre Consentimiento Informado: Se ha obtenido el consentimiento informado escrito de todos los sujetos incluidos en este estudio, así como para la publicación de datos e imágenes.

Agradecimientos: A la Unidad de Cirugía de Columna del Hospital Universitario y Politécnico La Fe por el aporte de información adicional para el artículo, así como los pacientes del caso clínico.

Conflicto de interés: Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Referencias

1. Makurthou AA, Oei L, Saddy S El, Breda SJ, Castaño-Betancourt MC, Hofman A, et al. Scheuermann disease; evaluation of radiological criteria and population prevalence. *Spine (Phila Pa 1976)* [Internet]. 2013 Sep 1 [cited 2020 Sep 18];38(19):1690–4. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24509552/>
2. Sørensen K. Scheuermann's juvenile kyphosis: clinical appearances, radiography, aetiology, and prognosis. 1964;
3. SCHEUERMANN, W. H. Kyphosis dorsalis juvenilis. *Ugeskr Laeger* [Internet]. 1920 [cited 2020 Oct 16];82:385. Available from: <https://ci.nii.ac.jp/naid/10024568536>

4. Aufdermaur M, Spycher M. Pathogenesis of osteochondrosis juvenilis scheuermann. *J Orthop Res.* 1986;4(4):452–7.
5. Palazzo C, Sailhan F, Revel M. Scheuermann’s disease: An update. *Jt Bone Spine* [Internet]. 2014;81(3):209–14. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbspin.2013.11.012>
6. *Kinesiology of the Musculoskeletal System - 2nd Edition* [Internet]. [cited 2020 Oct 16]. Available from: <https://www.elsevier.com/books/kinesiology-of-the-musculoskeletal-system/neumann/978-0-323-03989-5>
7. Wills CR, Foata B, González Ballester M, Karppinen J, Noailly J. Theoretical explorations generate new hypotheses about the role of the cartilage endplate in early intervertebral disk degeneration. *Front Physiol.* 2018 Sep 19;9(SEP).
8. McKenzie L, Sillence D. Familial Scheuermann disease: A genetic and linkage study. *J Med Genet* [Internet]. 1992 Jan 1 [cited 2020 Sep 18];29(1):41–5. Available from: <http://jmg.bmj.com/>
9. Zaidman AM, Zaidman MN, Strokova EL, Korel A V., Kalashnikova E V., Rusova T V., et al. The mode of inheritance of scheuermann’s disease. *Biomed Res Int.* 2013;2013.
10. Swärd L, Hellström M, Jacobsson B, Nyman R, Peterson L. Disc degeneration and associated abnormalities of the spine in elite gymnasts: A magnetic resonance imaging study. *Spine (Phila Pa 1976)* [Internet]. 1991 [cited 2020 Oct 16];16(4):437–43. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1828629/>
11. Fotiadis E, Kenanidis E, Samoladas E, Christodoulou A, Akritopoulos P, Akritopoulou K. Scheuermann’s disease: Focus on weight and height role. *Eur Spine J* [Internet]. 2008 May 27 [cited 2020 Oct 16];17(5):673–8. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00586-008-0641-x>
12. Scheuermann Disease - StatPearls - NCBI Bookshelf [Internet]. [cited 2020 Sep 18]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK499966/>
13. Halal F, Gledhill RB, Fraser FC. Dominant Inheritance of Scheuermann’s Juvenile Kyphosis. *Am J Dis Child* [Internet]. 1978 [cited 2020 Oct 16];132(11):1105–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/717319/>
14. Ristolainen L, Kettunen JA, Heliövaara M, Kujala UM, Heinonen A, Schlenzka D. Untreated Scheuermann’s disease: A 37-year follow-up study. *Eur Spine J* [Internet]. 2012 May 22 [cited 2020 Sep 18];21(5):819–24. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00586-011-2075-0>
15. Le Huec JC, Faundez A, Dominguez D, Hoffmeyer P, Aunoble S. Evidence showing the relationship between sagittal balance and clinical outcomes in surgical treatment of degenerative spinal diseases: a literature review. Vol. 39, *International Orthopaedics*. Springer Verlag; 2014. p. 87–95.
16. Samuel Bederman S, Farhan S, Hu X, Lieberman IH, Belanger TA, Musa A, et al. Sagittal spinal and pelvic parameters in patients with Scheuermann’s disease: A preliminary study. *Int J Spine Surg.* 2019;13(6):536–43.
17. Liu N, Chen Z, Qi Q, Shi Z. The relationship of symptomatic thoracolumbar disc herniation and Scheuermann’s disease. *Eur Spine J* [Internet]. 2014 [cited 2020 Oct 16];23(5):1059–66. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24241014/>
18. Greene TL, Hensinger RN, Hunter LY. Back pain and vertebral changes simulating scheuermann’s disease. *J Pediatr Orthop* [Internet]. 1985 [cited 2020 Oct 16];5(1):1–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3156876/>
19. Bezalel T, Carmeli E, Levi D, Kalichman L. The effect of schroth therapy on thoracic kyphotic curve and quality of life in scheuermann’s patients: A randomized controlled trial. *Asian Spine J.* 2019;13(3):490–9.
20. Zaina F, Atanasio S, Ferraro C, Fusco C, Negrini A, Romano M, et al. Review of rehabilitation and orthopedic conservative approach to sagittal plane diseases during growth: Hyperkyphosis, junctional kyphosis, and Scheuermann disease [Internet]. Vol. 45, *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*. Edizioni Minerva Medica S.p.A.; 2009 [cited 2020 Oct 16]. p. 595–603. Available from: <https://moh-it.pure.elsevier.com/en/publications/review-of-rehabilitation-and-orthopedic-conservative-approach-to->
21. Hefti F, Jani L. The treatment of Scheuermann’s kyphosis with the Milwaukee brace. *Z Orthop Ihre Grenzgeb.* 1981;119(2):185–92.

22. Huq S, Ehresman J, Cottrill E, Ahmed AK, Pennington Z, Westbroek EM, et al. Treatment approaches for Scheuermann kyphosis: A systematic review of historic and current management. *J Neurosurg Spine*. 2020;32(2):235–47.
23. Wenger DR, Frick SL. Scheuermann kyphosis [Internet]. Vol. 24, *Spine*. *Spine (Phila Pa 1976)*; 1999 [cited 2020 Oct 19]. p. 2630–9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10635526/>
24. Yun C, Shen CL. Anterior release for Scheuermann's disease: a systematic literature review and meta-analysis. *Eur Spine J*. 2017;26(3):921–7.
25. Schwab F, Blondel B, Chay E, Demakakos J, Lenke L, Tropiano P, et al. The comprehensive anatomical spinal osteotomy classification. *Neurosurgery* [Internet]. 2015 Mar 1 [cited 2020 Oct 19];76:S33–41. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25692366/>
26. Koller H, Lenke LG, Meier O, Zenner J, Umschlaeger M, Hempfing A, et al. Comparison of anteroposterior to posterior-only correction of Scheuermann's kyphosis: A matched-pair radiographic analysis of 92 patients. *Spine Deform* [Internet]. 2015 Mar 1 [cited 2020 Oct 19];3(2):192–8. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27927312/>
27. Lewis NDH, Keshen SGN, Lenke LG, Zywiol MG, Skaggs DL, Dear TE, et al. The deformity angular ratio: Does it correlate with high-risk cases for potential spinal cord monitoring alerts in pediatric 3-column thoracic spinal deformity corrective surgery? *Spine (Phila Pa 1976)* [Internet]. 2015 Aug 1 [cited 2020 Oct 19];40(15):E879–85. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26222664/>
28. Lonner BS, Newton P, Betz R, Scharf C, O'Brien M, Sponseller P, et al. Operative management of Scheuermann's kyphosis in 78 patients: Radiographic outcomes, complications, and technique. *Spine (Phila Pa 1976)* [Internet]. 2007 Nov [cited 2020 Oct 19];32(24):2644–52. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18007239/>
29. Denis F, Sun EC, Winter RB. Incidence and risk factors for proximal and distal junctional kyphosis following surgical treatment for Scheuermann kyphosis: Minimum five-year follow-up. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2009 Sep;34(20).
30. Lange T, Schmoelz W, Gosheger G, Eichinger M, Heinrichs CH, Boevingloh AS, et al. Is a gradual reduction of stiffness on top of posterior instrumentation possible with a suitable proximal implant? A biomechanical study. *Spine J* [Internet]. 2017 Aug 1 [cited 2020 Oct 19];17(8):1148–55. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28373080/>
31. Sardar ZM, Ames RJ, Lenke L. Scheuermann's Kyphosis: Diagnosis, Management, and Selecting Fusion Levels. *J Am Acad Orthop Surg*. 2019;27(10):e462–72.
32. Gong Y, Yuan L, He M, Yu M, Zeng Y, Liu X, et al. Comparison Between Stable Sagittal Vertebra and First Lordotic Vertebra Instrumentation for Prevention of Distal Junctional Kyphosis in Scheuermann Disease: Systematic Review and Meta-analysis. *Clin Spine Surg*. 2019;32(8):330–6.
33. Lonner BS, Toombs CS, Guss M, Braaksma B, Shah SA, Samdani A, et al. Complications in Operative Scheuermann Kyphosis: Do the Pitfalls Differ from Operative Adolescent Idiopathic Scoliosis? *Spine (Phila Pa 1976)* [Internet]. 2015 Mar 1 [cited 2020 Oct 20];40(5):305–11. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25901978/>
34. Samdani AF, Bennett JT, Ames RJ, Asghar JK, Orlando G, Pahys JM, et al. Reversible intraoperative neurophysiologic monitoring alerts in patients undergoing arthrodesis for adolescent idiopathic scoliosis: What Are the Outcomes of Surgery? [Internet]. Vol. 98, *Journal of Bone and Joint Surgery - American Volume*. Lippincott Williams and Wilkins; 2016 [cited 2020 Oct 20]. p. 1478–83. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27605692/>
35. Gaudé M, Chapurlat R, Pialat JB, Szulc P. Long term prognosis of Scheuermann's disease: The association with fragility fracture - The MINOS cohort. *Bone* [Internet]. 2018 Dec 1 [cited 2020 Oct 20];117:116–22. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30244156/>