

Revisión y actualización de la eficacia del *screening* o cribado en la escoliosis idiopática del adolescente.

L. PINO ALMERO¹, M. F. MÍNGUEZ REY^{1,2}, R. M. CIBRIÁN ORTIZ DE ANDA³, M. R. SALVADOR PALMER³, F. GOMAR SANCHO^{1,2}.

¹SERVICIO DE CIRUGÍA ORTOPÉDICA Y TRAUMATOLOGÍA. HOSPITAL CLÍNICO UNIVERSITARIO. VALENCIA. ²DEPARTAMENTO DE CIRUGÍA. FACULTAD DE MEDICINA. UNIVERSITAT DE VALENCIA. ³UNIDAD DE BIOFÍSICA. DEPARTAMENTO DE FISIOLÓGIA. FACULTAD DE MEDICINA. UNIVERSITAT DE VALENCIA.

Resumen. La escoliosis idiopática del adolescente es el tipo más frecuente de escoliosis. Actualmente, la realización rutinaria de un “*screening*” o cribado para la escoliosis resulta ser un tema controvertido puesto que existen dudas sobre su eficacia real en disminuir la tasa de cirugía en estos pacientes y supone una importante tasa de falsos positivos. Se realiza, por ello, una revisión y actualización sobre el tema del “*screening*” en la escoliosis idiopática del adolescente.

Review and update of effectiveness of screening for adolescent idiopathic scoliosis.

Summary. Adolescent idiopathic scoliosis is the most common type of scoliosis. Nowadays, routine screening in scoliosis turns out to be controversial as to there are doubts about its actual effectiveness in reducing the rate of surgery in these patients and its significant rate of false positives. Therefore, a review and update on the current status of the issue of screening in adolescent idiopathic scoliosis is made.

Correspondencia:
Laura Pino Almero
Hospital Clínico Universitario de Valencia
Av. Blasco Ibáñez nº 17
46010 Valencia.
laupialm@yahoo.es

Introducción

La *Scoliosis Research Society-SRS* definió la escoliosis como una curva lateral de la columna vertebral con un valor mayor de 10° cuando se mide mediante el método de Cobb en una radiografía estándar. La forma más frecuente de escoliosis es la idiopática, cuya causa subyacente permanece desconocida y, dentro de esta, el tipo más prevalente es la del adolescente (2-4%). Aunque muchos jóvenes con escoliosis no desarrollaran síntomas clínicos, esta patología puede progresar hacia importantes deformidades vertebrales y torácicas con compromiso respiratorio y dolor crónico, y puede causar problemas cosméticos significativos y estrés emocional en algunos pacientes. Uno de los métodos populares para la prevención de estas complicaciones es la detección precoz mediante los programas de cribado en niños en edad escolar.

El término “*screening*” es un anglicismo que significa cribado o tamizaje, que consiste en una estrategia aplicada sobre una población para identificar una enferme-

dad de manera temprana, permitiendo una rápida gestión e intervención con la esperanza de que se reduzcan los efectos provocados por la enfermedad. Según los criterios de Frame y Carlson¹, para que una determinada medida preventiva sea denominada como *screening* debe cumplir los siguientes requisitos:

- Que la enfermedad buscada sea una causa común de morbimortalidad (enfermedad prevalente).
- Que sea detectable en una etapa pre-sintomática.
- Las pruebas diagnósticas deben ser efectivas y eficaces, es decir, deben tener una sensibilidad y especificidad aceptables.
- El tratamiento temprano debe ser mejor que en la etapa sintomática.
- Y el daño potencial de la intervención debe ser menor que el del tratamiento no precoz.

En 1984, la *American Academy of Orthopaedic Surgeons-AAOS* y la *SRS* aprobaron el *screening* en niños en edad escolar para la detección precoz de la escoliosis. Con el objetivo de detectar a los pacientes con escoliosis a una edad precoz que permitiera, en su caso, un tratamiento ortopédico con corsé para evitar la progresión y la necesidad de un tratamiento quirúrgico más agresivo. Para ello, era necesario una prueba precisa, reproducible, rápida, económica, fácil de realizar, segura, no invasiva, aceptable y con unos valores de corte bien definidos².

Durante décadas los programas de cribado para la escoliosis han sido parte rutinaria de los exámenes físicos escolares en adolescentes en muchos países. Sin embargo, actualmente, dentro de las sociedades científicas existe una importante controversia en cuanto a su efectividad, la recomendación o no de su aplicación, la edad ideal de realización y los métodos utilizados en los programas de cribaje de la escoliosis.

Efectividad del *screening* en la escoliosis idiopática del adolescente

En el momento actual la eficacia real del *screening* en la escoliosis idiopática resulta ser un tema muy controvertido. Algunos estudios concluyen que es efectivo, mientras que otros dudan de ello o incluso no lo consideran ético. En algunos países como Japón es obligatorio en todos los niños en edad escolar, en otros como Reino Unido no se realiza de forma rutinaria, y en el caso de Estados Unidos, se lleva a la práctica en menos de la mitad de los estados.

En 2004, la *US Preventive Services Task Force* -USPSTF- comenzó una campaña para poner fin a su práctica rutinaria en la edad escolar tal como venía haciéndose durante mucho tiempo³. Según esta sociedad científica carecía de fundamento en el contexto de la medicina basada en la evidencia, ya que la herramienta diagnóstica utilizada habitualmente, una inspección visual del niño mediante el test de Adams, es poco fiable y a menudo conduce a un número importante de falsos positivos. No solamente considera que diagnóstica escoliosis en niños que realmente no la tienen, sino que también o, a menudo, detecta niños que presentan una curvatura mínima, poco significativa, obligándoles a llevar un corsé innecesario y molesto⁴. Otras sociedades que no recomiendan el *screening* rutinario de la escoliosis son: *The Canadian Task Force on the Periodic Health examination*, la *British Orthopaedic Association* y la *British Scoliosis Society*⁵.

Por el contrario, hay sociedades científicas, como la *Scoliosis Research Society*, la *American Academy of Orthopaedic Surgeons*, la *Paediatric Orthopaedic Society of North America* y la *American Academy of Paediatrics*, que proponen seguir con él, manteniendo que la detección precoz es necesaria para poder tratar pacientes con curvas espinales antes de que se vuelvan lo suficientemente severas como para causar un dolor crónico y efectos negativos en la función cardiopulmonar⁵.

Las diferencias de criterios de las sociedades científicas también se pone de manifiesto en los diversos estudios recogidos en la bibliografía.

Otros autores, como Montgomery⁶ o Torell⁷, defienden el *screening* en la escoliosis, porque consideran que los pacientes detectados mediante el cribaje son más jóvenes, tienen curvas de menor tamaño y menor riesgo de progresión más allá de los 45° del ángulo de Cobb y, por tanto, deben ser sometidos a cirugía. Aunque su-

pone un aumento del número de pacientes referidos al especialista para el estudio de una posible escoliosis. Adobor⁸, en su estudio sobre detección y prevalencia de la escoliosis idiopática en Noruega, considera también que el cribaje es el factor más importante en la prevención de la progresión de la deformidad. El autor indica que la edad ideal para el mismo es antes del inicio de la menarquia en las niñas y uno o dos años más tarde en los niños; considera que es capaz de detectar precozmente curvas clínicamente significativas (mayores de 20°) en niños inmaduros que tienen todavía potencial de progresión, permitiendo el inicio de tratamiento con corsé o un tratamiento quirúrgico a una edad adecuada para evitar las complicaciones de la cirugía a una edad avanzada. También Sabirin⁹ o Ueno¹⁰ defienden que los programas escolares de *screening* de la escoliosis son seguros, efectivos y capaces de detectar esta patología a edades más jóvenes, con curvas de menor ángulo de Cobb, contribuyendo a reducir la tasa de cirugía, pero lo recomienda solo para grupos de alto riesgo, tales como niñas de 12 años de edad. También otros autores, como Lee¹¹ o Luk¹², lo recomiendan.

En el otro extremo se encuentran los trabajos que consideran que el *screening* en la escoliosis no es efectivo¹³⁻¹⁵, y lo rechazan aportando los siguientes argumentos:

- 1) Existe una baja tasa de prevalencia de escoliosis clínicamente significativa.
- 2) Relación inversa de sensibilidad y especificidad en el proceso de cribado.
- 3) Altas tasas de casos falsos positivos.
- 4) Identificación de un buen número de verdaderos positivos que nunca necesitaran de tratamiento, y que son repetida e innecesariamente sometidos a rayos X.
- 5) Bajo valor predictivo que conduce a un excesivo número de niños referidos al especialista y los costes relacionados con esta referencia
- 6) Altas variaciones inter-observador.
- 7) Posible aumento de la cantidad de radiografías realizadas a niños.
- 8) Falta de certeza sobre qué escoliosis pequeñas (<20° de ángulo de Cobb) progresarán y requerirán tratamiento. Sería necesario buscar una prueba de *screening* que fuera capaz de diferenciar, dentro de las curvas pequeñas, aquellas que progresaran de las que no causaran problemas de salud.
- 9) Estrés inducido por el examen.

Bunge¹⁶, en su estudio de caso-control, no detecta una reducción significativa de la necesidad de cirugía en la escoliosis atribuible al *screening*, aunque reconoce que los pacientes detectados mediante el mismo son significativamente más jóvenes en el momento del diagnóstico, que los que son detectados por otros medios, por lo que estos pacientes tienen unos años adicionales para el tratamiento de la enfermedad y, por tanto, mayor oportunidad de ser tratados ortopédicamente con

corsé. Considera que el *screening* en la escoliosis no está justificado, debido a la falta de evidencia de que este y/o el tratamiento precoz con corsé sean beneficiosos, pero le da gran importancia al adecuado estudio en aquellos pacientes en los que se detecten remitiéndolos, si es necesario, al especialista. Este autor considera que para que un programa de cribado de la escoliosis sea realmente efectivo, debe cumplir dos requisitos:

- Detectar a una edad más precoz los pacientes con escoliosis.
- Disminuir la tasa de cirugía en el grupo de pacientes procedentes del programa de detección.

Edad óptima de inicio de los programas de *screening* para la escoliosis

La edad óptima para el *screening* de la escoliosis también es un tema a debate. Generalmente, se realiza entre los 10 y los 14 años junto al examen de salud escolar¹⁷. La *Scoliosis Research Society* lo recomienda una vez al año entre los 10 y los 14 años de edad. La AAOS lo recomienda en niñas de 11 a 13 años y en niños a los 13 o 14 años. La *American Academy of Pediatrics* recomienda un cribaje de escoliosis anual con el test de inclinación anterior en las visitas rutinarias de supervisión de salud⁹.

Sabirin⁹ recomienda el *screening*, solo para grupos de alto riesgo, tales como niñas de 12 años de edad, así como Drennan¹⁸, que lo restringe a niñas entre 10 y 14 años, ya que son las que suelen presentar curvas más severas. Otros autores, como Lee¹¹, consideran que realizarlo solo en niñas antes de la menarquia no es adecuado, ya que de esta forma se omite la detección de una proporción importante de niños con curvas significativas, considera que no es necesario realizar una modificación del protocolo común, aunque en los niños se podría iniciar el *screening* a partir de los 12 años.

Métodos utilizados en los programas de *screening* para la escoliosis

En la actualidad existen muchas técnicas y dispositivos diferentes que pueden ser utilizados como programas de cribaje de la escoliosis en los niños en edad escolar. Estos métodos deben cumplir el objetivo de mejorar la sensibilidad hasta una tasa aceptable de falsos positivos y aumentar la especificidad para reducir el exceso de pacientes referidos a la atención especializada y, así, reducir el coste y el excesivo número de radiografías realizadas. Dentro de estos métodos de medición de la deformidad vertebral los más utilizados son los siguientes:

- **Métodos cualitativos:** Test de inclinación anterior (test de Adams).
- **Métodos cuantitativos:** Altura de la giba costal (escoliómetro; Topografía de superficie de la espalda (Moiré).

Ninguno de estos métodos es específico para el diagnóstico de la escoliosis, por lo que las radiografías siguen siendo la prueba definitiva para establecer el diagnóstico, la etiología y la severidad de la curva.

Clásicamente, se ha utilizado como método de *screening* de la escoliosis la prueba del test de Adams, pero dado que se trata de un método cualitativo con una importante tasa de falsos positivos y con una sensibilidad (entre 73.9% y 100%) y especificidad (entre 77.8% y 99%) ampliamente variables en función del tipo de curva y su localización¹⁹, se ha intentado combinar con otros métodos para mejorar sus parámetros como prueba de detección. De esta forma, se pasó a considerar que la combinación del **test de Adams** con la medición mediante el escoliómetro del **Ángulo de Rotación del Tronco (ATR)** era el método más simple, rápido, reproducible y económico para la medida de la deformidad del tronco²⁰. Se considera como positivo una inclinación con una giba mayor de 7° o un ATR mayor de 1cm y, en este caso, se debe realizar una evaluación radiográfica para la valoración exacta de la curva²¹. Autores como Sabirin⁹ también recomiendan una combinación de modalidades como el test de Adams con el escoliómetro, con el objetivo de reducir el número de referencias al especialista, derivando solo los casos válidos para ser tratados.

Los valores de corte de Bunnell para las medidas con escoliómetro²² se resumen en la tabla I:

Tabla I. Criterios de corte de Bunnell para las mediciones con escoliómetro.

Rotación del tronco	Escoliómetro
Límites normales	0° a 3°
Intermedia	4° a 6°
Relevante y con alta probabilidad de escoliosis	≥ 7°

La utilización del escoliómetro ha demostrado aumentar la sensibilidad y la especificidad en la detección de curvas mayores de 20°. Así un valor de escoliómetro de 5° muestra tener una sensibilidad del 100% y una especificidad del 47% para la detección de escoliosis, mientras que una medida de 7° aumenta la especificidad a 86,8% pero disminuye la sensibilidad a 83,3%²³. Es importante aclarar que el *screening* mediante escoliómetro no revela la escoliosis por sí mismo, pero detecta la deformidad torácica. Se ha demostrado que la medida radiográfica del ángulo de Cobb torácico no se correlaciona con la deformidad en la superficie de la espalda en los pacientes más jóvenes²⁴, solo en los pacientes más mayores. Por ello, esta falta de asocia-

ción entre la asimetría de la superficie de la espalda y la asimetría radiológica en el grupo de pacientes más jóvenes, ha conducido en muchos países a no realizar un estudio de *screening* continuado.

Otro estudio que también trata de valorar la efectividad de distintos métodos para el *screening* de la escoliosis es el de Karachalios²⁵. Este autor compara el test de Adams con la topografía de Moiré, el escoliómetro y la medida de la giba. Los puntos de límite de corte fueron: una asimetría de dos franjas de Moiré, una deformidad en la medida de la giba de 10mm y 8° en el valor del escoliómetro. En todos los casos se realizaron radiografías del raquis. Los resultados de sensibilidad y especificidad que obtuvo fueron los reflejados en la tabla II:

Tabla II. Estudio comparativo de distintos métodos de *screening* de la escoliosis.

	Test de Adams	Topografía de Moiré	Medida giba	Escoliómetro
Sensibilidad	84,37%	100%	93,75%	90,62%
Especificidad	93,44%	83,5%	78,11%	79,76%

Según este estudio, el test de Adams no puede ser considerado un método seguro para la detección precoz de la escoliosis, especialmente cuando se utiliza como única herramienta de *screening*, debido a que da lugar a un número inaceptable de falsos positivos. Según este autor, para la detección precoz de la escoliosis sería necesaria una combinación de los métodos anteriores de análisis de la forma de la espalda con la introducción de límites de corte.

Otro autor, Luk¹², realizó un importante estudio retrospectivo de cohortes en Hong Kong sobre 157.444 estudiantes. El método de *screening* que utilizó consistía en la asociación del test de Adams y el Ángulo de Rotación del Tronco (ATR), de manera que aquellos niños con un valor entre 5° y 14° de ATR o signos de escoliosis, fueron valorados regularmente con una topografía de Moiré. Los estudiantes con un ATR mayor o igual de 15°, dos o más líneas de Moiré o signos significativos clínicos, fueron referidos para estudio con radiografía y medida del ángulo de Cobb. De esta forma, se evita someter a estos pacientes en crecimiento a un número excesivo de radiografías innecesarias, preservando de los posibles riesgos lesivos de la radiación ionizante, realizándolas únicamente en aquellos pacientes con una alta sospecha de escoliosis.

Lee¹¹ también utiliza un programa de cribado basado en la combinación del Ángulo de Rotación del Tronco (escoliómetro), la topografía de Moiré y signos clínicos de escoliosis, y Ueno¹⁰ en su estudio en Tokio sobre

250.000 niños utiliza como método de *screening* la topografía de Moiré.

En un intento de mejorar la sensibilidad y la especificidad de las pruebas de cribaje en la escoliosis, se han investigado sobre otros posibles métodos, tales como la topografía de superficie, que valora de forma objetiva y cuantitativa la morfología del contorno externo de la espalda. La base física consiste en que cuando se proyectan patrones de hileras de luz paralelas o una trama en rejilla sobre un objeto tridimensional, éstos se distorsionan por la forma del objeto. Esta distorsión contiene información acerca de la distancia de la superficie del objeto y cuando se recoge la imagen formada por las líneas de luz sobre la espalda del paciente, la localización de los píxeles del objeto con un software adecuado, permite reconstruir la forma de la espalda y analizarla de forma cuantitativa y objetiva.

Parece ser que algunos de los motivos por los que la topografía de superficie no es todavía utilizada en el cribado de la escoliosis son la existencia de una gran variedad de técnicas diferentes, una multitud de parámetros valorados junto con una falta de valores de corte específicos, así como una disponibilidad limitada del equipo.

Existen diversos estudios que tratan de valorar la eficiencia de la topografía de superficie para la detección la escoliosis. Uno de ellos es el de Chowanska²⁶, que compara su método topográfico basado en rasterestereografía con el examen con escoliómetro, en ambos casos con el paciente en posición sentada y el tronco flexionado. Utiliza unos marcadores a nivel de las apófisis espinosas desde C7 hasta S1 y en las espinas ilíacas postero-superiores y como parámetro, el valor máximo de rotación del tronco que lo denomina STR (*Surface Trunk Rotation*). El estudio no demuestra ventajas en la topografía de superficie como método de *screening* para la detección de escoliosis en comparación con el examen clínico mediante el escoliómetro. La topografía de superficie tuvo una buena reproducibilidad, pero no permitió elegir un punto de corte del parámetro de topografía de superficie, ya que ningún valor de STR proporcionó una sensibilidad y especificidad satisfactoria. Otra limitación del estudio fue que los niños no fueron sometidos a radiografías. Según este estudio, la topografía de superficie tiene una serie de desventajas:

- Dificultad para definir los valores de corte para los parámetros topográficos.
- Sensibilidad y especificidad insatisfactoria.
- El examen con topografía de superficie fue más complejo que el examen con escoliómetro, además de requerir de mayor tiempo de entrenamiento y preparación.
- Necesidad de disponer del equipo específico, adaptación de la habitación y acceso a un ordenador (mayor coste).

Finalmente, y como resumen, es interesante destacar dos estudios, el de Fong²⁷ y el de Labelle²⁸. En el meta-análisis sobre treinta y seis estudios, realizado por Fong, sobre la efectividad del cribaje en la escoliosis, se obtienen las siguientes conclusiones²⁷:

- La tasa de referencia para estudio radiográfico tras el *screening* es del 5%.
- El valor predictivo positivo de los métodos de *screening* para detectar curvas mayores o iguales a 10° es de 28%.
- El valor predictivo positivo para curvas mayores o iguales a 20° es de 5.6%.
- La tasa de pacientes con escoliosis finalmente tratados es de 2.6%.
- Los programas que utilizan únicamente el test de Adams en el *screening* presentan una mayor tasa de referencias para radiografía y un menor valor predictivo positivo para curvas mayores o iguales a 10° y curvas mayores o iguales a 20°, que los programas que utilizan otro tipo de prueba. Por tanto, la utilización únicamente del test de Adams parece ser insuficiente en el *screening* de la escoliosis.

En la revisión, realizada por Labelle y cols²⁸, sobre la evidencia disponible en el tema del *screening* para la escoliosis idiopática destacan las siguientes recomendaciones:

- Se recomienda el *screening* de la escoliosis como valioso en los siguientes dominios: eficacia técnica, clínica, efectividad del tratamiento.
- El “*screening*” de la escoliosis debe ser dirigido a identificar los casos sospechosos de escoliosis que serán referidos para evaluación diagnóstica y confirmados con una escoliosis clínicamente significativa (ángulo de Cobb mayor de 10°). Las niñas deben ser revisadas dos veces, a los 10 y a los 12 años, y los niños una vez, a los 13 o a los 14 años.
- El escoliómetro es actualmente la mejor herramienta disponible para el *screening* de la escoliosis.
- Existe una evidencia moderada para recomendar la referencia del paciente que presenta valores del escoliómetro entre 5° y 7°, o mayores. La asociación de una topografía de Moiré puede mejorar la sensibilidad.

- Existe una evidencia moderada de que el *screening* permite la detección de pacientes con escoliosis idiopática del adolescente en un estadio más precoz, en términos de edad más joven y/o curvas más pequeñas.

- Existe evidencia de que los pacientes con escoliosis detectados por el *screening* necesitan menos cirugía que los que no se diagnosticaron por programas de cribaje.

Conclusiones

En la actualidad, la aplicación de forma rutinaria de los programas de cribado para la escoliosis idiopática en los niños en edad escolar se encuentra en un punto controvertido, ya que se plantean importantes dudas sobre su efectividad real. La mayoría de las sociedades científicas los recomiendan, así como muchos estudios de la bibliografía, puesto que parece ser que los casos detectados mediante el cribaje suelen tratarse de pacientes más jóvenes y con curvas comprendidas entre los 10° y los 19°, poco significativas, lo que permite, en caso necesario, iniciar un tratamiento ortopédico que pueda influir en la evolución natural de la deformidad, frenando su progresión hacia curvas más graves que den lugar a complicaciones y que puedan requerir de tratamientos quirúrgicos agresivos. Los estudios que no apoyan el *screening* rutinario se basan fundamentalmente en que se detectan muchos niños con curvas poco significativas que no requerirán de tratamiento, pero que serán sometidos a estudios radiográficos innecesarios, con los riesgos que conlleva la radiación ionizante en estos pacientes en crecimiento, y también, en las dudas existentes sobre la eficacia real del tratamiento con corsé. En cuanto a la edad de su aplicación parece claro que sería al inicio de la pubertad, ya que en este momento la escoliosis idiopática es más prevalente, sobre el método de cribaje ideal sería aquel que combinara entre sí distintos métodos de *screening* para mejorar los parámetros de sensibilidad y especificidad de estas pruebas de forma individual, ya que el test de Adams de forma aislada supone una tasa de falsos positivos demasiado elevado.

Bibliografía

1. **Frame PS, Carlson SJ.** A critical review of periodic health screening using specific screening criteria. Part 4: selected miscellaneous diseases. *J Fam Pract* 1975; 2:283-9.
2. **Lonstein JE, Bjorklund S, Wanninger MH, Nelson RP.** Voluntary school screening for scoliosis in Minnesota. *J Bone Joint Surg Am* 1982; 64:481-8.
3. **US Preventive Services Task Force.** Screening for adolescent idiopathic scoliosis. Review article. *JAMA* 1993; 269:2667-72.
4. **Linker B.** A dangerous curve: the role of history in America's scoliosis screening programs. *Am J Public Health* 2012; 102:606-16.
5. **Richards BS, Beaty JH, Thompson GH, Willis RB.** Estimating the effectiveness of screening for scoliosis. *Pediatrics* 2008; 121:1296-7.
6. **Montgomery F, Willner S.** Screening for idiopathic scoliosis. Comparison of 90 cases shows less surgery by early diagnosis. *Acta Orthop Scand* 1993; 64:456-8.
7. **Torell G.** The changing pattern of scoliosis treatment due to effective screening. *J Bone Joint Surg Am* 1981; 63:337-41.
8. **Adobor RD, Rimeslatten S, Steen H, Brox JI.** School screening and point prevalence of adolescent idiopathic scoliosis in 4000 Norwegian children aged 12 years. *Scoliosis* 2011; 6:23-31.
9. **Sabirin J, Bakri R, Buang SN, Abdullah AJ, Shapie A.** School scoliosis screening programme. A systematic review. *Med J Malaysia* 2010; 65:261-7.
10. **Ueno M, y Cols.** A 5 year epidemiological study on the prevalence rate of idiopathic scoliosis in Tokyo: School screening of more than 250000 children. *J Orthop Sci* 2011; 16:1-6.
11. **Lee CF, y Cols.** Referral criteria for school scoliosis screening: assessment and recommendations based on a large longitudinally followed cohort. *Spine (Phila Pa 1976)* 2010; 35:E1492-8.
12. **Luk KD, y Cols.** Clinical effectiveness of school screening for adolescent idiopathic scoliosis: a large population-based retrospective cohort study. *Spine (Phila Pa 1976)* 2010; 35:1607-14.
13. **Morais T, Bernier M, Turcotte F.** Age- and sex-specific prevalence of scoliosis and the value of school screening programs. *Am J Public Health* 1985; 75:1377-80.
14. **Leaver JM, Alvik A, Warren MD.** Prescriptive screening for adolescent scoliosis: a review of the evidence. *Int J Epidemiol* 1982; 11:101-11.
15. **Yawn BP, Yawn RA.** The estimated cost of school scoliosis screening. *Spine* 2000; 25:2387-91.
16. **Bunge EM, y Cols.** Estimating the effectiveness of screening for scoliosis: A case-control study. *Pediatrics* 2008; 121:9-14.
17. **Roach JW.** Adolescent idiopathic scoliosis. *Orthop Clin North Am* 1999; 30:353-8.
18. **Drennan JC, Campbell JB, Ridge H.** Denver: a metropolitan public school scoliosis survey. *Pediatrics* 1977; 60:193-6.
19. **Goldberg CJ, Dowling FE, Fogarty EE, Moore DP.** School scoliosis screening and the United States Preventive Services Task Force. An examination of long-terms results. *Spine* 1995; 20:1368-74.
20. **Huang SC.** Cut-off point of the Scoliometer in school scoliosis screening. *Spine* 1997; 22:1985-9.
21. **Prujjs JE, Keessen W, Van der MR, Van Wieringen JC, Hageman MA.** School screening for scoliosis: methodologic considerations. Part 1: External measurements. *Spine (Phila Pa 1976)* 1992; 17:431-6.
22. **Bunnell W.** Outcome of Spinal Screening. *Spine* 1993; 18:1572-80.
23. **Amendt LE, use-Ellias KL, Eybers JL, Wadsworth CT, Nielsen DH, Weinstein SL.** Validity and reliability testing of the Scoliometer. *Phys Ther* 1990; 70:108-17.
24. **Grivas TB, Vasiliadis ES, Mihas C, Savvidou O.** The effect of growth on the correlation between the spinal and rib cage deformity: implications on idiopathic scoliosis pathogenesis. *Scoliosis* 2007; 2:11-7.
25. **Karachalios T, Sofianos J, Roidis N, Sapkas G, Korres D, Nikolopoulos K.** Ten-year follow-up evaluation of a school screening program for scoliosis. Is the forward-bending test an accurate diagnostic criterion for the screening of scoliosis? *Spine (Phila Pa 1976)* 1999; 24:2318-24.
26. **Chowanska J, Kotwicki T, Rosadzinski K, Sliwinski Z.** School screening for scoliosis: can surface topography replace examination with scoliometer? *Scoliosis* 2012; 7:9-16.
27. **Fong DY, y Cols.** A meta-analysis of the clinical effectiveness of school scoliosis screening. *Spine (Phila Pa 1976)* 2010; 35:1061-71.
28. **Labelle H, y Cols.** Screening for adolescent idiopathic scoliosis: an information statement by the scoliosis research society international task force. *Scoliosis* 2013; 8:17-22.