

Detección temprana de la escoliosis idiopática del adolescente: una estrategia en controversia

Marcos Joaquín Robles Ortiz^a, Guadalupe Sánchez Bringas^a, Alejandro Antonio Reyes Sánchez^a



Foto: Eurospine

Resumen

La escoliosis idiopática del adolescente (EIA) consiste en una deformidad tridimensional de la estructura de la columna vertebral en los planos coronal, sagital y rotacional, que afecta a sujetos sanos a partir de los 10 años de edad hasta la madurez ósea o al término del crecimiento. Esta enfermedad puede comprometer el estado físico, emocional y, por lo tanto, la calidad de vida de quienes la padecen, por lo que debe ser considerada un problema de salud significativo. La EIA se puede sospechar con un examen físico de columna, mediante el cual se evalúa el nivel de los hombros, el nivel de las escápulas, el nivel de la pelvis, la prueba de Adams y el signo de Pitres.

A pesar de que en México no se han establecido oficialmente programas para la detección temprana de la enfermedad, la prueba de Adams puede ser la pauta para identificar y prevenir el desarrollo de esta deformidad. La aplicación de

esta prueba de tamizaje está al alcance de todos. A pesar de que se podría considerar que su detección oportuna desde etapas tempranas sería la mejor estrategia para combatirla a tiempo, existen grupos de investigación a nivel internacional que opinan distinto, lo que ha colocado a la detección temprana como un tema controversial. Por lo anterior, el objetivo de este trabajo es ofrecer al lector un panorama general y actualizado de las diferentes perspectivas del tema, esperando que sea de utilidad para la práctica profesional.

Palabras clave: Escoliosis idiopática del adolescente, detección temprana, prueba de Adams.

Early detection of adolescent idiopathic scoliosis: Strategy in controversy

Abstract

Adolescent idiopathic scoliosis (EIA), consists of a three-dimensional deformity of the structure of the spine in the coronal, sagittal and rotational planes affecting healthy subjects ranging from 10 years of age until skeletal maturity or term of growing. This disease can compromise physical and emotional state, therefore, the quality of life of those who suffer it, so the EIA must be considered as significant health problem.

^aServicio Cirugía de Columna. Instituto Nacional de Rehabilitación "LGI". Ciudad de México.

Correspondencia: Alejandro Antonio Reyes Sánchez.

Correo electrónico: alereyes@inr.gob.mx

Recibido: 01-diciembre-2015. Aprobado: 19-mayo-2016.



Figura 1. Se muestran los indicadores de la deformidad así como la postura que debe adoptar el sujeto para realizar la prueba de Adams.

The EIA can be suspected by a physical examination of the spine on which shoulders level, shoulder blades level, pelvis level, Adams Test and Pitres sign are evaluated.

Even though, it hasn't been officially established a program for an early detection of the disease in Mexico, evidence through Adams Test can be a guideline to identify and prevent the development of this deformity. The application of this screening test is available to all. Although it could be considered that early detection of this deformity at young ages would be the best strategy to get on time for treatment, there are international research groups that have a different opinion, which has placed early detection of EIA as a controversy topic. Therefore, the aim of this paper is to provide a general and updated overview of the different perspectives of this issue, hoping it will be useful for the professional practice.

Key words: *Adolescent idiopathic scoliosis, early detection, Adams test.*

INTRODUCCIÓN

La columna vertebral es un sistema dinámico que aporta la rigidez necesaria para soportar las cargas axiales que recibe el cuerpo, protege las estructuras del sistema nervioso, como la médula espinal, las meninges y las raíces nerviosas, y otorga movilidad y flexibilidad al tronco. Para mantener una postura en bipedestación prolongada, la columna vertebral de los humanos presenta cuatro curvaturas, dos con convexidad posterior, es decir concavidad hacia adelante, denominada cifosis normal, y dos con convexidad anterior, es decir, convexidad hacia adelante, denominada lordosis. Las zonas cervical y lumbar presentan lordosis mientras que las torácica y sacra presentan cifosis¹.

La escoliosis idiopática del adolescente (EIA) consiste en una deformidad tridimensional en los

planos coronal, sagital y rotacional en la estructura de la columna vertebral, que afecta a sujetos sanos a partir de los 10 años de edad hasta la madurez ósea o al término del crecimiento, por lo que debe considerarse un problema de salud significativo^{1,2}.

En esta deformidad ocurren cambios en los elementos que integran la columna que conducen a una desviación en el plano frontal, la modificación del perfil sagital y alteraciones en la forma de la caja torácica. Lo más característico es la curvatura que presentan los pacientes en el plano coronal, y la más frecuente es la desviación convexa, es decir aquella con una curvatura más prominente en el centro que en los bordes, hacia el lado derecho de la columna torácica³.

A nivel mundial, la prevalencia reportada varía de 0,47 a 5,2%⁴. En México probablemente el único estudio de EIA realizado en la población se remonta al año de 1989; este trabajo se efectuó en Monterrey, tuvo una duración de 7 años e incluyó una población de 17,847 alumnos de 93 escuelas. La prevalencia reportada fue de 1.85% con 338 casos positivos confirmados con radiografías⁵.

Los resultados de la escoliosis idiopática no tratada han sido estudiados en Gran Bretaña, Italia, Suecia y en Estados Unidos; las secuelas más importantes y frecuentes observadas en pacientes que no fueron atendidos fueron: progresión de la curvatura, dolor de espalda, restricción cardiopulmonar y problemas de orden psicosocial⁶⁻⁸.

Aunque pareciera que detectar esta deformidad desde etapas tempranas sería lo más indicado para combatirla a tiempo, existen grupos de investigación a nivel internacional que opinan distinto, lo que ha colocado a la detección temprana como un tema controversial. Por lo anterior, el objetivo de este trabajo es ofrecer al lector un panorama general y actualizado de las diferentes perspectivas del tema a nivel mundial, esperando que sea de utilidad en el desarrollo y a lo largo de su profesión.

¿QUÉ ES LA ESCOLIOSIS IDIOPÁTICA DEL ADOLESCENTE?

Inicialmente, se pensó que la EIA estaba relacionada con la cifosis de la columna, lo cual resultó ser un concepto erróneo, ya que en la mayoría de los casos



Figura 2. Esquema que ilustra la colocación del escolímetro en la espalda del sujeto. (Tomada de Álvarez García de Quesada, Nuñez Giralda A. Escoliosis Idiopática. *Pediatría Atención Primaria*. 2011;13(49):135-46)

de escoliosis torácica, la región apical, en realidad es hipocifótica. Lo que ocurre es que la rotación vertebral, la cual es máxima en el ápex, altera la forma y la orientación de las costillas, creando una prominencia costal que hace que el tronco parezca cifótico⁶⁻⁸. Cuando los cuerpos vertebrales presentan el borde anterior colapsado, mientras que el posterior se mantiene intacto, se dice que sufren acunamiento. En la escoliosis las vértebras presentan acunamientos progresivos: la vértebra de transición, es decir aquel cuerpo vertebral en donde inicia la curva, exhibe un mínimo o ausencia del acunamiento, mientras que el ápex de la curva escoliótica típica tiene máximo acunamiento. Además, en el lado cóncavo de la escoliosis, la anchura del pedículo incrementa de forma significativa⁹.

Esta deformidad se puede sospechar con un examen físico de columna, con el cual se evalúan el nivel de los hombros, el nivel de las escápulas, el nivel de la pelvis, el signo de Pitres y la prueba de Adams¹⁰. El signo de Pitres consiste en tender una cuerda con una onza de plomo (cuerda plomada) sobre la apófisis espinosa de la séptima vértebra cervical, la cual normalmente pasa por el pliegue o espacio interglúteo. Si la columna no está compensada, la línea de la plomada caerá hacia la derecha o a la izquierda del pliegue; el grado de desviación se medirá en centímetros. En la prueba de Adams, el paciente se inclina hacia adelante, con los pies juntos, las rodillas estiradas y con los brazos extendidos; las palmas se mantienen unidas. La observación se realiza desde atrás, a lo largo del plano horizontal de las vértebras de la columna. El médico buscará entonces indicadores de escoliosis, como la asimetría de la columna vertebral, hombros desnivelados, asimetría escapular, caderas desniveladas, sin alineación entre la cabeza y la pelvis o una costilla más prominente (**figura 1**). Una prueba de Adams positiva significa que el paciente presenta una rotación en el tronco y una posible escoliosis¹¹. Posteriormente, se debe realizar la medición con un escolímetro de Bunnell, el cual es un instrumento que cuantifica la inclinación del tronco. Se coloca en la región dorsal a nivel torácico y mide los grados de desviación de la columna; es simple, rápido, reproducible y económico para medir la



Figura 3. Radiografía anteroposterior de paciente femenino de 10 años con escoliosis idiopática torácica derecha de T10-L2 de 11.3° diagnosticada mediante el método de Cobb; los límites de la curva son los cuerpos vertebrales más inclinados que miran hacia la concavidad.

Foto: Otorgada por el autor

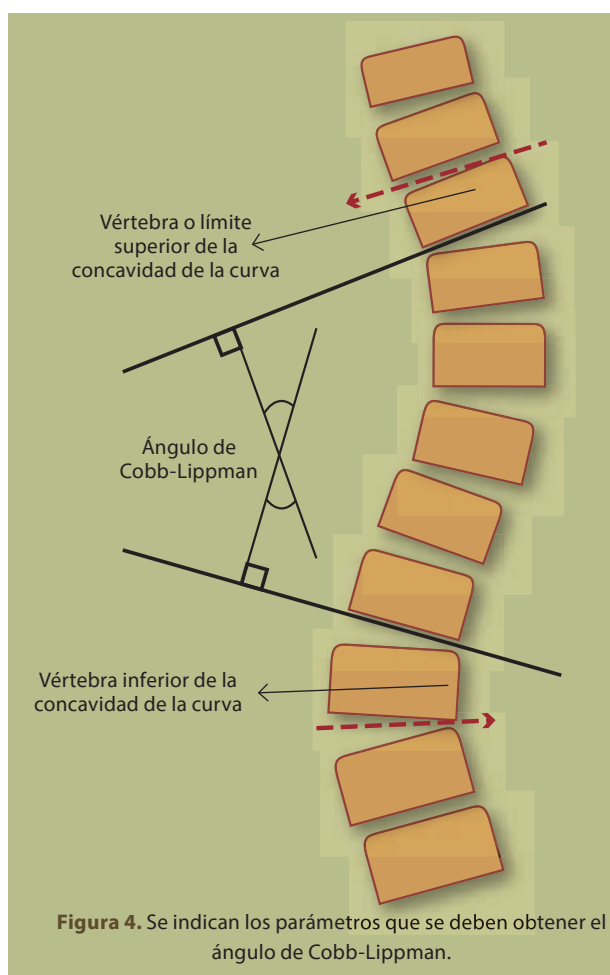


Figura 4. Se indican los parámetros que se deben obtener el ángulo de Cobb-Lippman.

deformidad del tronco (**figura 2**). Si presenta un grado mayor a 10° debe realizarse una proyección de rayos X anteroposterior de columna completa en bipedestación¹². La radiografía permite valorar la magnitud, el tipo de curvatura y el estado de madurez del esqueleto axial (**figura 3**).

En 1949 Lippman Cobb describió un método que consiste en trazar líneas en la radiografía, que pasen por la plataforma vertebral superior e inferior de los cuerpos vertebrales proximal y distal, que constituyen la curvatura. Éstas deben ser las vértebras más inclinadas hacia la concavidad. Se trazan líneas perpendiculares a las líneas anteriores y se mide el ángulo superior o inferior¹³ (**figura 4**).

Por otro lado, el diagnóstico de esta deformidad, se debe hacer descartando otras posibles causas de escoliosis (**tabla 1**)¹⁴.

EFFECTIVIDAD DE LA DETECCIÓN OPORTUNA O SCREENING DE LA EIA

El término *screening* es un anglicismo que significa cribado o tamizaje, que consiste en una estrategia en salud, aplicada sobre una población para identificar una enfermedad en etapa temprana, lo que facilita una rápida gestión e intervención con la esperanza de que se reduzcan los efectos provocados por la enfermedad. Según los criterios de Freme y Carlson, para que una determinada medida preventiva sea denominada como *screening* debe cumplir con los siguientes criterios: la enfermedad buscada debe ser una causa común de morbilidad; que sea detectable en una etapa pre-sintomática; la prueba diagnóstica utilizada debe ser efectiva y eficaz, es decir, debe tener una sensibilidad y especificidad aceptables. Se debe privilegiar la intervención temprana sobre la que se realiza en la etapa sintomática, con lo cual se reducen los riesgos secundarios a tratamientos invasivos¹⁵.

La detección precoz de la EIA ha sido un compromiso importante y creciente de la ortopedia desde de 1960. En esa época G. Dean MacEwen, MD, tuvo un papel fundamental en el desarrollo de la detección de esta enfermedad mediante la implementación de programas aplicados en escuelas en el estado de Delaware durante la década de los sesenta. El inicio de las pruebas de detección de EIA ocurrió en 1963 en Aitkin, Minnesota, ciudad con una población de alrededor de 10,000 habitantes. En consecuencia este estado fue pionero en la detección de la EIA en escolares de Estados Unidos mediante la implementación de un programa a nivel estatal, voluntario, y que se basaba en el examen clínico de la columna vertebral.

Sin embargo, en 2004, la US Preventive Services Task Force (USOSTF) inició una campaña para poner fin a la práctica rutinaria de *screening* en la edad escolar, tal como venía haciéndose¹⁶. Esta fundación considera que la detección de la EIA carece de fundamento en el contexto de la medicina basada en evidencia, ya que utiliza una inspección visual del niño mediante la prueba de Adams. Plantea que esta primera estrategia es poco fiable y arroja un número importante de falsos positivos, además de detectar sujetos con curvaturas mínimas, poco

Tabla 1. Diagnósticos diferenciales que pueden causar escoliosis

De comienzo precoz	Escoliosis congénita (del nacimiento a los 5 años)
De comienzo tardío	Escoliosis juvenil (luego de los 5 años)
Congénita	Síndrome de Goldenhar Síndrome de Klippel-Feil
Neuromuscular	Parálisis cerebral Degeneración espinocerebelosa Ataxia de Friedreich
Defectos neurales	Mielomeningocele Malformación de Arnold Chiari
Mesenquimopatías	Síndrome de Marfán Síndrome de Ehlers-Danlos Homocisteinuria
Osteocondrodistrofias	Acondroplasia Mucopolisacaridosis
Metabólicas	Osteomalacia Osteogénesis imperfecta
Iatrogénicas	Post toracoplastia o toracotomía
Síndromes de importancia ortopédica	Síndrome Prader-Willis Síndrome Beckwith-Wiedemann Síndrome Turner Síndrome Noonan Síndrome de Down
Otras	Tumores, enfermedades reumáticas, asimetrías de los miembros, etc.

significativas, obligándoles a llevar un corsé innecesario y molesto¹⁷. Otras sociedades científicas como: The Canadian Task Force on the Periodic Health Examination, The British Orthopedic Association y The British Scoliosis Society tampoco recomiendan la detección de la EIA¹⁸. En este mismo sentido, algunos autores como Morais¹⁹, Leaver²⁰ y Yawn²¹, coinciden en que esta estrategia no es efectiva. Discuten que existe una baja tasa de prevalencia de EIA significativa, lo que da como resultado elevadas tasas de falsos positivos. Asimismo, argumentan que un gran número de verdaderos positivos nunca necesitarán tratamiento y a pesar de esto, se tendrán que someter a repetidas e innecesarias proyecciones de rayos X. Plantean que la detección temprana tiene bajo nivel predictivo, lo que lleva a un mayor número de pacientes referidos a la consulta del especialista, lo que conlleva altos costos económicos innecesarios. Argumentan que existe una falta de certeza en relación con que las curvas medidas de < 20° por ángulo de Cobb, progresarán.

Contrariamente, Bunge y Cols.²² discuten que a pesar de que no hay una reducción significativa

en el número de cirugías en pacientes detectados oportunamente, estos programas permiten identificar sujetos más jóvenes al momento de ser diagnosticados, que aquellos que son detectados por hallazgo o por otro medio; argumentan que estos jóvenes tienen una mayor posibilidad de contar con un tratamiento oportuno.

En ese sentido, la Scoliosis Research Society (SRS), la American Academy of Orthopedic Surgeons, la Pediatric Orthopedic Society of North America y la American Academy of Pediatrics, sostienen que la detección precoz es necesaria para identificar pacientes con curvas que pueden evolucionar a tal grado que causan dolor crónico y efectos negativos en la función cardiopulmonar²³.

En la revisión de diversos estudios encontramos que autores como Montgomery y Torrell^{24,25} apoyan la detección precoz, porque consideran que los pacientes detectados mediante la prueba de Adams son más jóvenes, tienen curvas de menor tamaño y una posible progresión que no rebasa los 45° del ángulo de Cobb y, por lo tanto, no deben ser sometidos a cirugía.

Tabla 2. Recomendaciones para la realización de la detección oportuna de la escoliosis idiopática del adolescente

Sociedades y autores	Edad recomendada (años)	Género	Referencia
SRS	> 14	Femenino y masculino	*
AAOS	> 13	Femenino	**
	> 14	Masculino	
Roach JW et al.	10-14	Femenino y masculino	31
Sabirin et al.	> 12	Femenino	32
Dreenan et al.	10-14	Femenino	33
Lee et al.	Sin menarca	Femenino	34
	> 12	Masculino	

* Scoliosis Research Society.

** American Academic of Orthopaedic Surgeons.

En este mismo sentido, un estudio para la detección y prevalencia de la EIA en Noruega²⁶, plantea que la detección temprana es el factor más importante en la prevención de la progresión de la deformidad, y que ésta se presenta antes de la menarca en las niñas y 1 o 2 años más tarde en los niños; los autores proponen que es posible detectar de manera precoz curvas clínicamente significativas (mayores de 20°) que tienen potencial de progresión en adolescentes en crecimiento. Con esto se implementa el uso de un corsé o un tratamiento quirúrgico en una edad que disminuya el riesgo de complicaciones de la cirugía avanzada.

Asimismo, existen otros estudios a favor de los programas escolares de detección precoz de la EIA que concuerdan con que ésta es una manera segura, efectiva y capaz de detectar la patología, a edades más tempranas, y con curvas de menor ángulo de Cobb, lo que reduce las tasas de cirugía²⁷⁻³⁰.

¿A QUÉ EDAD SE RECOMIENDA LA DETECCIÓN DE LA EIA?

A pesar de que es una enfermedad propia de la adolescencia, la edad de la detección ha sido controversial. En la **tabla 2** se listan los estudios y recomendaciones de distintos autores y sociedades para llevar a cabo la identificación de los sujetos vulnerables. Como se observa, además de la edad interviene el género y la presentación de la menarca. Lo anterior nos muestra que a pesar de que exista información en relación con la edad de detección recomendada,

es necesario estudiar el origen de la deformidad y los posibles factores de riesgo asociados al establecimiento y progresión de la misma.

¿QUÉ MÉTODOS SON UTILIZADOS PARA LA DETECCIÓN DE EIA?

Hoy en día existen varios métodos y técnicas para la detección de EIA, que deben de cumplir el objetivo de mejorar la sensibilidad hasta una tasa aceptable de falsos positivos, esto quiere decir que debe ser inferior o igual al 10%, lo que corresponde a una especificidad del 90%³⁵.

Hasta hoy, las técnicas de detección no han sido tan específicas para el diagnóstico de EIA, por lo que el estándar de referencia es la radiografía, que permite establecer el diagnóstico, posible etiología y la severidad de la curva a través del empleo del método de Cobb.

Se ha utilizado, como método de detección, la prueba de Adams. Este examen es una técnica cualitativa, con una importante tasa de falsos positivos y con una sensibilidad (entre 73.9 y 100%) y especificidad (entre 77.8 y 99%) variables para la localización y tipo de curva que presente el paciente³⁶. Por tal motivo, Huang SC et al.³⁷ han propuesto la combinación de la prueba de Adams y la medición con el escolímetro; Bunnell W. et al.³⁸ considera como límites: normal de 0 a 3°, intermedio de 4 a 6°, y relevante con alta probabilidad de escoliosis ³ 7°, en este caso se debe realizar una evaluación radiográfica para la valoración exacta de la curva. El



Las técnicas de detección no han sido tan específicas para el diagnóstico de EIA, por lo que el estándar de referencia es la radiografía, que permite establecer el diagnóstico, posible etiología y la severidad de la curva a través del empleo del método de Cobb. Se ha utilizado, como método de detección, la prueba de Adams. Este examen es una técnica cualitativa, con una importante tasa de falsos positivos y con una sensibilidad y especificidad variables para la localización y tipo de curva que presente el paciente. Por tal motivo, Huang SC et al. han propuesto la combinación de la prueba de Adams y la medición con el escolímetro, cuyo uso ha incrementado la sensibilidad y la especificidad en la detección de curvas mayores de 20°.

uso del escolímetro agregado a la prueba de Adams ha incrementado la sensibilidad y la especificidad en la detección de curvas mayores de 20°. Por ejemplo, un valor de 5° medido con el escolímetro alcanza una sensibilidad de 100% y una especificidad del 47%, mientras que un valor de 7° aumenta la especificidad a 86.8% pero disminuye la sensibilidad a 83.3%³⁹.

En un metaanálisis realizado por Fong y Cols.⁴⁰, para determinar la efectividad de la detección precoz de la EIA, se concluyó que la tasa de referencia para un estudio radiográfico después del examen de la columna vertebral es del 5%, el valor predictivo positivo de la prueba de Adams junto con la medición con el escolímetro para curvas mayores o iguales a 10° es de 28%, y para mayores o iguales a 20° es de 5.6%, de los cuales 2.6% son candidatos a cirugía. Finalmente, el escolímetro es, en la

actualidad, la mejor herramienta disponible para la detección, ya que existe evidencia de que el paciente con valores de 5 a 7°, puede ser referido a un especialista⁴¹. Por lo tanto, son menos los pacientes con escoliosis que se someten a cirugía cuando son detectados por estos métodos, en comparación de los que no han sido diagnosticados oportunamente.

CONCLUSIÓN

La escoliosis idiopática del adolescente es una enfermedad que afecta a la columna vertebral de sujetos jóvenes. Se desconocen los mecanismos fisiológicos que dirigen la aparición y el progreso de la patología, por lo que hasta hoy resulta prácticamente imposible conocer el destino de la curvatura una vez que se presenta. La identificación temprana puede ser una oportunidad para proponer tratamientos conservadores, y con ello evitar resolver mediante la cirugía. A pesar de que en México no se han establecido oficialmente programas de detección temprana de la EIA, la prueba de Adams puede ser la pauta para identificar y prevenir el desarrollo de esta deformidad. La aplicación de esta prueba de tamizaje está al alcance de todos. ●

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Jing Han QX. Evaluation of quality of life and risk factors affecting quality of life in adolescent idiopathic scoliosis. *Intractable & Rare Diseases Research*. 2015;4(1):12-6.
2. Asher M, Burton D. Adolescent idiopathic scoliosis: natural history and long term treatment effects. *Scoliosis*. 2006;1(2):1-10.
3. Fernández-Sánchez M. Prevalencia y factores asociados de las alteraciones raquídeas en sujetos escolares de edades comprendidas entre 6-12 años de Almería y provincia. Tesis doctoral. Málaga: Universidad de Málaga; 2012.
4. Konieny MR, Husseyin S, Krauspe R. Epidemiology of adolescent idiopathic scoliosis. *J Child Orthop*. 2012;7:3-9.
5. Mendoza Lemus, De la Garza Paez, Osio Escalera. Historia Natural de la Escoliosis Idiopática del Adolescente en Monterrey, Nuevo León informe de 17,847 estudiantes. *Rev Mex Orto Traumatol*. 1989;3(4):106-9.
6. Fong DYT, Lee CF, Cheung KMC, et al. A metaanalysis of the clinical effectiveness of school scoliosis screening. *Spine*. 2010;35(10):1061-71.
7. Muminagic S, Bisanovic S, Mehic S, Sivic S. Way of life as emphasizing factors in the progression of idiopathic scoliosis in adolescence era. *Mater Sociomed*. 2012;24(3):182-5.
8. Fernández-Sánchez M. Prevalencia y factores asociados de las alteraciones raquídeas en sujetos escolares de edades

- comprendidas entre 6-12 años de Almería y provincia. Tesis doctoral. Málaga: Universidad de Málaga; 2012.
9. Soucacs P. School-screening for scoliosis. A prospective epidemiological study in northwestern central Greece. *J Bone Joint Surg Am.* 2009;79(10):148-58.
10. Vallejos, N, et al. Detección precoz de la escoliosis. *Archivos argentinos de pediatría* 2005;103(2):367-70.
11. Weinstein SL, Dolan LA, Cheng JC, Danielsson A, Morcuende JA. Adolescent idiopathic scoliosis. *Lancet.* 2008; 371:1527-37.
12. Cruz RH, Coutiño LB, Mora MI, Mallart MM, González SME. Eficacia de las corrientes interferenciales para la mejoría de la angulación en niños con escoliosis idiopática. *Acta Ortop Mex.* 2012;16(4)Jul-Ago:211-116.
13. Newton PO, Ventura N. Escoliosis. *Monografías AAOS-SECOT.* 2007;2:3-5.
14. Parent S, Newton PO, Wenger DR. Adolescent idiopathic scoliosis: etiology, anatomy, natural history, and bracing. *Instr Course Lect.* 2005;54:529-36.
15. 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.
16. US Preventive Services Task Force; Screening for adolescent idiopathic scoliosis. Review article. *JAMA.* 1993; 269:2667-72.
17. Linker B. A dangerous curve: the role of history in America's scoliosis screening programs. *Am J Public Health.* 2012;102:606-16.
18. Richards BS, Beaty JH, Thompson GH, Willis RB. Estimating the effectiveness of screening for scoliosis. *Pediatrics.* 2008;121:1296-7.
19. 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.
20. Leaver JM, Alvik A, Warren MD. Prescriptive screening for adolescent scoliosis: a review of the evidence. *Int J Epidemiol.* 1982;11:101-11.
21. Yawn BP, Yawn RA. The estimated cost of school scoliosis screening. *Spine.* 2000;25:2387-91.
22. Bunge EM, Juttmann RE, van Biezen FC, Creemers H, Hazebroek-Kampschreur AA, Luttmer BC. Estimating the effectiveness of screening for scoliosis: A case-control study. *Pediatrics.* 2008;121(1):9-14.
23. Richards BS, Beaty JH, Thompson GH, Willis RB. Estimating the effectiveness of screening for scoliosis. *Pediatrics.* 2008;121:1296-7.
24. 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.
25. Torell G. The changing pattern of scoliosis treatment due to effective screening. *J Bone Joint Surg Am.* 1981;63:337-41.
26. 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.
27. Sabirin J, Bakri R, Buang SN, Abdullah AJ, Shapie A. School scoliosis screening programme. A systematic review. *Med J Malaysia.* 2010;65:261-7.
28. Ueno M, Takaso M, Nakazawa T, Imura T, Statio W, Shintani R, et al. 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.
29. Lee CF, Fong DY, Cheung KM, Cheng JC, Ng BK, Lam TP, et al. Referral criteria for school scoliosis screening: assessment and recommendations based on a large longitudinally followed cohort. *Spine (PhilaPa 1976).* 2010; 35:E1492-8.
30. Luk KD1, Lee CF, Cheung KM, Cheng JC, Ng BK, Lam TP, et al. Clinical effectiveness of school screening for adolescent idiopathic scoliosis: a large population-based retrospective cohort study. *Spine (PhilaPa 1976).* 2010; 35(17):1607-14.
31. Roach JW. Adolescent idiopathic scoliosis. *Orthop Clin North Am.* 1999;30:353-8.
32. Sabirin J, Bakri R, Buang SN, Abdullah AJ, Shapie A. School scoliosis screening programme. A systematic review. *Med J Malaysia.* 2010;65:261-7.
33. Drennan JC, Campbell JB, Ridge H. Denver: a metropolitan public school scoliosis survey. *Pediatrics.* 1977;60:193-6.
34. Lee CF, Fong DY, Cheung KM, Cheng JC, Ng BK, Lam TP, et al. Referral criteria for school scoliosis screening: assessment and recommendations based on a large longitudinally followed cohort. *Spine (PhilaPa 1976).* 2010; 35:E1492-8.
35. Escrig-Sos J, Martínez-Ramos D, Miralles-Tena JM. Pruebas diagnósticas: nociones básicas para su correcta interpretación y uso. *CirEsp.* 2006;79(5):267-73.
36. Goldberg CJ, Dowling FE, Fogarty EE, Moore DP. School scoliosis screening and the United States Preventive Services Task Force. An examination of long-term results. *Spine.* 1995;20:1368-74.
37. Huang SC. Cut-off point of the Scoliometer in school scoliosis screening. *Spine.* 1997;22:1985-9.
38. Bunnell W. Outcome of Spinal Screening. *Spine.* 1993;18: 1572-80.
39. Amendt LE, use-Ellias KL, Eybers JL, Wadsworth CT, Nielsen DH, Weinstein SL. Validity and reliability testing of the Scoliometer. *PhysTher.* 1990;70:108-17.
40. Fong DY, Lee CF, Cheung KM, Cheng JC, Ng BK, Lam TP, et al. A meta-analysis of the clinical effectiveness of school scoliosis screening. *Spine (PhilaPa 1976)* 2010;35: 1061-71.
41. Labelle H, Richards SB, De Kleuver M, Grivas TB, Luk KD, Wong HK, et al. Screening for adolescent idiopathic scoliosis: an information statement by the scoliosis research society international task force. *Scoliosis.* 2013;8:17-22.