

FUNCIÓN PULMONAR. ESCOLIOSIS Y EVALUACIÓN DE LA FUNCIÓN RESPIRATORIA

SCOLIOSIS AND ASSESSMENT OF RESPIRATORY FUNCTION

Dra. Mónica Saavedra Bentjerodt¹

1.- Pediatra Broncopulmonar. Hospital Roberto del Río y Clínica Las Condes. Profesor Asistente Universidad de Chile.

INTRODUCCIÓN

Se denomina escoliosis a la deformidad permanente de la columna vertebral en el plano coronal (frontal), que puede estar asociada o no a componentes rotacionales y a deformidad en el plano sagital. Es una condición frecuente de ver en la población, con una incidencia de alrededor de un 2-3% (1). Tiene la característica de ser una enfermedad evolutiva, que puede agravarse en el tiempo, sobre todo en períodos de crecimiento rápido. La escoliosis idiopática (EI) tiende a estabilizarse cuando se completa la madurez ósea (2).

El diagnóstico de escoliosis se realiza con una radiografía de columna en posición de pie en plano coronal, utilizando la técnica de Cobb (3), como se muestra en la figura 1. Se considera anormal un ángulo de Cobb mayor a 6° y se utiliza como punto de corte un ángulo superior a 10° para definir esta condición. Según la magnitud del ángulo de Cobb se clasifica en escoliosis leve (10 a 20°), moderada (>20 a 40°) y severa (>40°) (4).

El 85% de los casos corresponde a escoliosis idiopática y según la edad de presentación se ha dividido en tres grupos: Infantil, juvenil y adolescente, perteneciendo la gran mayoría de los casos a la categoría de escoliosis idiopática del adolescente (EIA). El 15% de las escoliosis son no-idiopáticas y sus causas más frecuentes se detallan en la tabla 1 (5).

Es importante diagnosticar esta condición en niños debido a que tiende a agravarse con el crecimiento y el tratamiento se hace más complejo en los casos severos (6).

La escoliosis no idiopática y las formas idiopáticas infantiles y juveniles son las que tienden a empeorar y tienen peor pronóstico que la EIA. La escoliosis infantil afecta con mayor frecuencia a hombres, mientras que la juvenil y del adolescente son más frecuentes en mujeres (7). En la EIA habitualmente existe una historia familiar positiva por lo que se ha planteado que corresponde a un trastorno de base genética con un patrón de herencia que aún no se ha aclarado (8).

La prevalencia de la EIA varía dependiendo del grado de curvatura, llegando a 4,5% de la población para curvas mayores a 6°, bajando a

RESUMEN

La escoliosis es una enfermedad frecuente, de evolución variable según su etiología y edad de presentación. El diagnóstico y tratamiento oportuno permiten evitar el compromiso respiratorio, que es su principal complicación. La mayoría de los casos corresponden a escoliosis leves e idiopáticas, pero los casos severos, no idiopáticos o aquellos que presentan síntomas respiratorios, requieren de una evaluación oportuna por el equipo de enfermedades respiratorias. El objetivo de este trabajo es describir las alteraciones de la función pulmonar que se encuentran en niños con escoliosis y dar una orientación acerca de la evaluación y derivación de estos pacientes al neumólogo infantil. Con una evaluación oportuna se pueden iniciar planes de rehabilitación u otras intervenciones que permitan disminuir la morbilidad asociada a esta patología.

ABSTRACT

Scoliosis is a common disease with a variable evolution depending on its etiology and age of presentation. Timely diagnosis and treatment make it possible to avoid respiratory compromise, which is its main complication. Most cases correspond to mild and idiopathic scoliosis, but severe, non-idiopathic cases or those with respiratory symptoms require timely evaluation by the respiratory team. The objective of this work is to describe the pulmonary function alterations found in children with scoliosis and to provide guidance on the evaluation and referral of these patients to the pediatric pulmonologist. With a timely evaluation, rehabilitation plans or other interventions can be initiated to reduce the morbidity and mortality associated with this pathology.

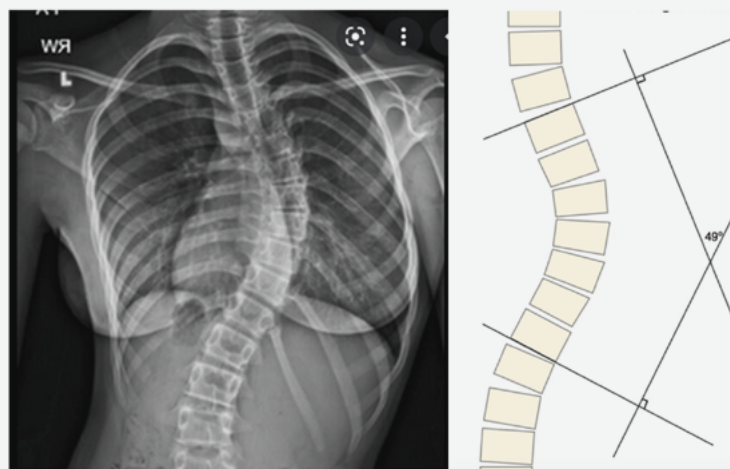


Figura 1. Ángulo de Cobb. Se calcula trazando una línea por el platillo vertebral superior de la vértebra proximal, otra línea por el platillo vertebral inferior de la vértebra distal, luego una línea perpendicular a cada una de ellas y se mide el ángulo de intersección (en el ejemplo es de 49°).

0,29% para curvas mayores a 21°. La prevalencia es igual en ambos sexos cuando las curvas van de 6 a 10°, pero va aumentando la proporción en mujeres en curvas mayores, llegando a 5,4 mujeres por 1 hombre en curvas sobre los 21° (1).

Autor para correspondencia:

Dra. Mónica Saavedra Bentjerodt
monic.saavedra@gmail.com

Tabla 2. Depósito de partículas en vía aérea según su tamaño.

Escoliosis idiopática	Infantil (<3 años)
	Juvenil (3-9 años)
	Adolescente (10 años hasta el final del crecimiento)
Escoliosis no idiopáticas	Enfermedades neuromusculares
	Enfermedades metabólicas
	Enfermedades genéticas
	Displasias óseas
	Tumores

Es importante diagnosticar esta condición en niños debido a que tiende a agravarse con el crecimiento y el tratamiento se hace más complejo en los casos severos (6).

La escoliosis no idiopática y las formas idiopáticas infantiles y juveniles son las que tienden a empeorar y tienen peor pronóstico que la EIA. La escoliosis infantil afecta con mayor frecuencia a hombres, mientras que la juvenil y del adolescente son más frecuentes en mujeres (7). En la EIA habitualmente existe una historia familiar positiva por lo que se ha planteado que corresponde a un trastorno de base genética con un patrón de herencia que aún no se ha aclarado (8).

Compromiso respiratorio

La afectación respiratoria es la principal responsable de la morbilidad asociada a esta patología y se produce por la pérdida de altura y diámetro de la caja torácica, que resulta en un tórax más estrecho y menos distensible. Dependiendo de las características de la deformidad y la etiología de la escoliosis, se producirá una alteración en los volúmenes pulmonares, en la excursión de la caja torácica, en la ventilación e intercambio gaseoso.

Estas alteraciones pueden objetivarse mediante exámenes de función pulmonar y es así como en la espirometría y estudio de volúmenes pulmonares podemos encontrar una alteración de tipo restrictiva (Fig. 2), con disminución de la capacidad pulmonar total (CPT), de la capacidad vital (CV) y volumen residual (VR) relativamente conservado, observándose aumento de la relación VR/CPT (9, 10, 11) (Fig. 3). Mediante el test cardiopulmonar se ha observado una tolerancia significativamente menor al ejercicio máximo, menor capacidad ventilatoria y un menor VO₂máx, incluso en

	Índice	Medido	Predicho	Z-Score	LLN	ULN	% Predicho	RBD %cambio
Espirometría pre-BD	FEV1	1,1	2,136	-4,005	1,719	2,544	51,51	
	FVC	1,2	2,434	-4,497	1,978	2,895	49,302	
	FEV1/FVC	0,917	0,878	0,665	0,767	0,969	104,385	
Espirometría post-BD	FEV1	1,13		-3,893			52,915	2,727
	FVC	1,29		-4,163			52,999	7,5
	FEV1/FVC	0,876		-0,036			99,75	-4,44
	FEF25-75	1,79		-1,546			68,259	1,705

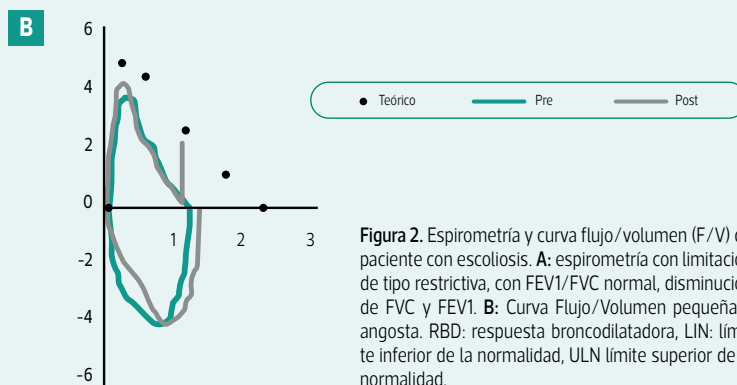


Figura 2. Espirometría y curva flujo/volumen (F/V) de paciente con escoliosis. **A:** espirometría con limitación de tipo restrictiva, con FEV1/FVC normal, disminución de FVC y FEV1. **B:** Curva Flujo/Volumen pequeña y angosta. RBD: respuesta broncodilatadora, LIN: límite inferior de la normalidad, ULN límite superior de la normalidad.

pacientes con escoliosis idiopática con curvas leves a moderadas y espirometría normal (12). En casos severos y mayoritariamente en escoliosis no idiopáticas, podemos encontrar una disminución de la presión inspiratoria máxima (PIM), presión espiratoria máxima (PEM) (13, 14), alteraciones en el intercambio gaseoso y la ventilación, que se pueden evidenciar a través de la saturometría nocturna, mediciones de la pCO₂, poligrafía y polisomnografía.

Morbimortalidad

En cuanto a la sintomatología, es reconocido que los pacientes con escoliosis pueden ver afectada su calidad de vida debido a la presencia de dolor, alteraciones psicológicas y de la autoimagen, siendo estos trastornos significativamente más prevalentes que en la población general (15). La mayor parte de los casos de escoliosis son asintomáticos pero cuando las curvaturas son mayores a 50° suele aparecer un aumento del trabajo respiratorio y limitación para el ejercicio. Esta limitación se ve agravada con el mal acondicionamiento físico que es frecuente de observar en pacientes con escoliosis (16, 17).

Con curvaturas mayores a 50° puede detectarse una disminución del volumen corriente y pueden aparecer atelectasias y atrapa-

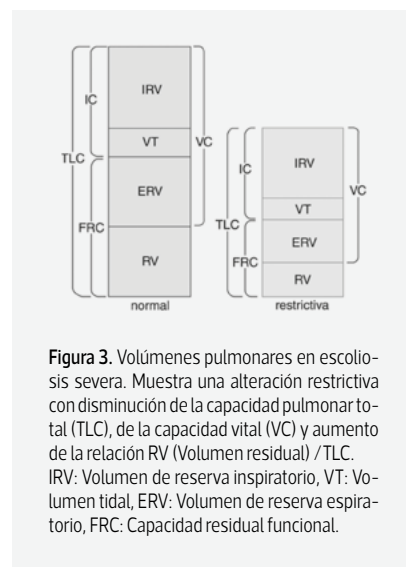


Figura 3. Volúmenes pulmonares en escoliosis severa. Muestra una alteración restrictiva con disminución de la capacidad pulmonar total (TLC), de la capacidad vital (VC) y aumento de la relación RV (Volumen residual) /TLC. IRV: Volumen de reserva inspiratorio, VT: Volumen tidal, ERV: Volumen de reserva espiratorio, FRC: Capacidad residual funcional.

miento aéreo en la radiografía de tórax (14, 18).

En estudios de seguimiento se ha observado que la mortalidad en pacientes con EIA no es significativamente mayor (14, 19), pero cuando se han seguido las formas infantiles y juveniles la mortalidad puede ser 2.2 veces superior a la de la población normal (1). Sólo los casos severos pueden evolucionar a insuficiencia

respiratoria (IR) (10) y los factores que han mostrado mayor asociación con el desarrollo de IR serían tener una curva de escoliosis $>110^\circ$ y una capacidad vital forzada (CVF) $<45\%$ del predicho al momento del diagnóstico (20, 21). Si bien el desarrollo de IR en EIA depende principalmente de la severidad de la curvatura, también se deben considerar otros factores como el número de vértebras afectadas, la ubicación y vértice de la curva y la pérdida de la cifosis torácica. La mayoría de los estudios concluye que el desarrollo de IR no se puede inferir sólo con el ángulo de la escoliosis (21, 22), por lo que debe solicitarse una evaluación por neumólogo infantil y mayor estudio a pacientes que presenten síntomas respiratorios o tengan otros factores de riesgo. Por otra parte es importante considerar que algunos pacientes pueden presentar complicaciones pulmonares graves posterior a la cirugía de escoliosis (23) y que la identificación temprana de aquellos con mayor riesgo posoperatorio puede permitir realizar intervenciones que disminuyan la morbimortalidad.

Manejo

El tratamiento de estos pacientes debe ser individualizado y se debe considerar el potencial de crecimiento restante, la severidad de la escoliosis, el riesgo de progresión y las expectativas del paciente y su familia. El objetivo en EI, es lograr una curva con ángulo de Cobb $<40^\circ$ en la madurez esquelética, ya que éstas tienden a no progresar (24).

Se recomienda la observación en pacientes con escoliosis idiopática con ángulo de Cobb $<25^\circ$ y manejo ortopédico para aquellos con ángulos entre 25° y 40° cuando no se ha alcanzado la madurez esquelética. La cirugía habitualmente se indica a pacientes con EI con una curvatura $> 50^\circ$ y en curvaturas menores que presenten una progresión $>1^\circ$ mensual o cuando no responden a tratamiento ortopédico (24). Este manejo no es aplicable a pacientes con escoliosis no idiopáticas, sobre todo en ENM, ya que en estos casos la deformidad puede progresar luego de alcanzada la madurez esquelética y se ha observado que el manejo ortopédico no evita su progresión (25). En este grupo de pacientes el tratamiento quirúrgico debe indicarse en forma precoz.

La cirugía de escoliosis incluye la corrección y fijación con implantes de la/s curva/s, lo que puede realizarse por vía posterior, anterior o combinada (Fig. 4). Esta es una cirugía de alta complejidad y de alto riesgo, que requiere de anestesiología sofisticada y manejo post operatorio en unidad de cuidados intensivos (4).

Evaluación respiratoria

A todo paciente con EI que presente una

curva severa ($>50^\circ$), deformidad de la pared torácica, síntomas respiratorios o que tenga factores de riesgo, se le debe solicitar una espirometría y evaluación por neumólogo infantil (23), quien determinará la necesidad de realizar otros estudios o intervenciones y definirá si el paciente se encuentra en condiciones de ser sometido a cirugía. Se ha observado que los pacientes con alteración ventilatoria restrictiva severa tienen una mayor incidencia de complicaciones pulmonares posoperatorias, por lo que resulta relevante la evaluación respiratoria para contribuir en la decisión de la pertinencia y tipo de cirugía (24).

Los pacientes con escoliosis no idiopáticas y en especial aquellos con ENM deben ser derivados al equipo de enfermedades respiratorias luego de realizar el diagnóstico, ya que pueden presentar un deterioro acelerado de la función pulmonar y tienen mayor probabilidad de desarrollar complicaciones postoperatorias (25). Se ha observado que los pacientes con ENM con $CV < 35\%$ del predicho van a requerir ventilación mecánica posterior a la cirugía y que la mayoría de los que tienen $CV < 30\%$ presenta serias complicaciones postoperatorias (26).

La evaluación exclusiva con espirometría es insuficiente en este grupo de pacientes y en estos casos se sugiere realizar una evaluación funcional (27, 28), la que debiera incluir:

- Estudio de la mecánica respiratoria con espirometría, curva flujo/volumen y medición de volúmenes pulmonares, en aquellos pacientes que sean capaces de realizar estas pruebas.
- Medición de la fuerza muscular respiratoria: presión inspiratoria máxima (Pimax), presión espiratoria máxima (Pemax).
- Evaluación de fatigabilidad a través de test de carga máxima o tiempo límite (Tlim).
- Evaluación del intercambio gaseoso con saturometría nocturna y mediciones no invasivas de la pCO_2 .
- Poligrafías o polisomnografía, cuando la CV es $<60\%$ del predicho.

Con estas evaluaciones será posible detectar aquellos pacientes que puedan presentar complicaciones postoperatorias y aquellos con deterioro de la capacidad funcional, para poder iniciar precozmente planes de rehabilitación respiratoria (29).

En cuanto al manejo preoperatorio se recomienda utilizar técnicas de tos asistida en aquellos pacientes cuyo flujo máximo de tos basal sea <250 litros por minuto o cuya Pemax sea <40 cm de agua. Se recomienda el entrenamiento muscular inspiratorio con válvulas de umbral regulable (IMT) previo a la cirugía y el uso posoperatorio de ventilación no invasi-

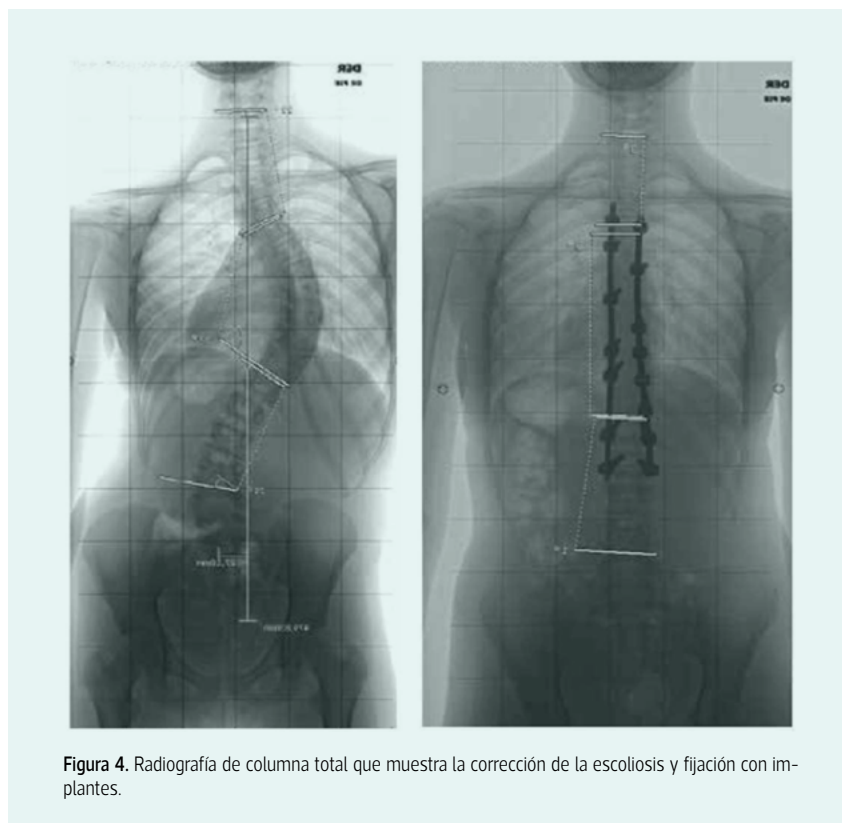


Figura 4. Radiografía de columna total que muestra la corrección de la escoliosis y fijación con implantes.

va (VNI) en pacientes con: $CVF < 50\%$ del valor predicho, $CV < 40\%$ del predicho, $P_{\text{imax}} < 40$ cm de agua, $p\text{CO}_2$ aumentada o alteración en la saturometría nocturna (28). Cuando la FVC sea $< 30\%$ del predicho, además debe utilizarse VNI en el postoperatorio (4,28).

CONCLUSIÓN

La escoliosis es una enfermedad frecuente, en que el compromiso respiratorio es el principal responsable de su morbimortalidad. La severidad de la enfermedad definida con radiografía de columna es insuficiente para predecir las alteraciones en la función pulmonar y complicaciones posoperatorias, por lo que se debe realizar una evaluación respiratoria en forma oportuna para detectar precozmente a pacientes con mayor riesgo y realizar intervenciones que permitan disminuir la morbimortalidad ■

La autora declara no tener conflictos de interés.

REFERENCIAS

- Rogala EJ, Drummond DS, Gurr J. Scoliosis: incidence and natural history. A prospective epidemiological study. *J Bone Joint Surg Am.* 1978 Mar;60(2):173-6. PMID: 641080
- Nilsson U, Lundgren K-D. Long-term prognosis in idiopathic scoliosis. *Acta Orthop Scandinav.* 1968;39:466-476. doi: 10.3109/17453676808989663.
- Cobb JR (1948) Outline for the study of scoliosis. In: *Instruational course lectures*, vol. 5. American Academy of Orthopedic Surgeons, Ann Arbor, pp 61-75
- Guía Clínica Tratamiento Quirúrgico de Escoliosis en Menores de 25 años. [Internet] Chile: Ministerio de Salud; c2010 [citado junio 2021]. Disponible en <https://www.minsal.cl>
- McMaster M. Infantile idiopathic scoliosis: Can it be prevented? *J Bone Joint Surg Br.* 1983; 65:612-617. doi: 10.1302/0301-620X.65B5.6643567.
- Asher MA, Burton DC. Adolescent idiopathic scoliosis: natural history and long term treatment effects. *Scoliosis.* 2006 Mar 31;1(1):2. doi: 10.1186/1748-7161-1-2. PMID: 16759428; PMCID: PMC1475645.
- Kane WJ. Scoliosis prevalence: a call for a statement of terms. *Clin Orthop Relat Res.* 1977 Jul-Aug;(126):43-6. PMID: 598138.
- Takahashi Y, Matsumoto M, Karasugi T, Watanabe K, Chiba K, Kawakami N, et al. Lack of association between adolescent idiopathic scoliosis and previously reported single nucleotide polymorphisms in MATN1, MTNR1B, TPB1, and IGF1 in a Japanese population. *J Orthop Res.* 2011 Jul;29(7):1055-8. doi: 10.1002/jor.21347. Epub 2011 Feb 9. PMID: 21308753
- Bergofsky E, Turino G, Fishman A. Cardiorespiratory failure in kyphoscoliosis. *Medicine (Baltimore).* 1959 Sep;38:263-317. doi: 10.1097/00005792-195909000-00004. PMID: 13799416.
- Bergofsky EH. Respiratory failure in disorders of the thoracic cage. *Am Rev Respir Dis.* 1979 Apr;119(4):643-69. doi: 10.1164/arrd.1979.119.4.643. PMID: 375788.
- Weber B, Smith JP, Briscoe WA, Friedman SA, King TK. Pulmonary function in asymptomatic adolescents with idiopathic scoliosis. *Am Rev Respir Dis.* 1975 Apr;111(4):389-97. doi: 10.1164/arrd.1975.111.4.389. PMID: 235869.
- Barrios C, Pérez-Encinas C, Maruenda JJ, Laguna M. Significant ventilatory functional restriction in adolescents with mild or moderate scoliosis during maximal exercise tolerance test. *Spine (Phila Pa 1976).* 2005 Jul 15;30(14):1610-5. doi: 10.1097/01.brs.0000169447.55556.01. PMID: 16025029.
- Lisboa C, Moreno R, Fava M, Ferretti R, Cruz E. Inspiratory muscle function in patients with severe kyphoscoliosis. *Am Rev Respir Dis.* 1985 Jul;132(1):48-52. doi: 10.1164/arrd.1985.132.1.48. PMID: 4014872.
- Jones RS, Kennedy JD, Hasham F, Owen R, Taylor JF. Mechanical inefficiency of the thoracic cage in scoliosis. *Thorax.* 1981 Jun;36(6):456-61. doi: 10.1136/thx.36.6.456. PMID: 7314016; PMCID: PMC471533.
- Weinstein SL, Dolan LA, Spratt KF, Peterson KK, Spoonamore MJ, Ponseti IV. Health and function of patients with untreated idiopathic scoliosis: a 50-year natural history study. *JAMA.* 2003 Feb 5;289(5):559-67. doi: 10.1001/jama.289.5.559. PMID: 12578488.
- Shneerson JM. The cardiorespiratory response to exercise in thoracic scoliosis. *Thorax.* 1978 Aug;33(4):457-63. doi: 10.1136/thx.33.4.457. PMID: 694797; PMCID: PMC470912.
- Kesten S, Garfinkel SK, Wright T, Rebeck AS. Impaired exercise capacity in adults with moderate scoliosis. *Chest.* 1991 Mar;99(3):663-6. doi: 10.1378/chest.99.3.663. PMID: 1995222.
- Caro C, Dubois A. Pulmonary function in kyphoscoliosis. *Thorax.* 1961 Sep;16(3):282-90. doi: 10.1136/thx.16.3.282. PMID: 13876717; PMCID: PMC1018638.
- Weinstein SL, Zavala DC, Ponseti IV. Idiopathic scoliosis: long-term follow-up and prognosis in untreated patients. *J Bone Joint Surg Am.* 1981 Jun;63(5):702-12. PMID: 6453874.
- Godfrey S. Respiratory and cardiovascular consequences of scoliosis. *Respiration.* 1970;27:Suppl:67-70. doi: 10.1159/000192722. PMID: 5511281.
- Pehrsson K, Bake B, Larsson S, Nachemson A. Lung function in adult idiopathic scoliosis: a 20 year follow up. *Thorax.* 1991 Jul;46(7):474-8. doi: 10.1136/thx.46.7.474. PMID: 1877034; PMCID: PMC463231.
- Kearon C, Viviani GR, Kirkley A, Killian KJ. Factors determining pulmonary function in adolescent idiopathic thoracic scoliosis. *Am Rev Respir Dis.* 1993 Aug;148(2):288-94. doi: 10.1164/ajrccm/148.2.288. PMID: 8342890
- Pantoja T, Chamorro, L. Escoliosis en niños y adolescentes. *Revista Médica Clínica Las Condes* 2015;26:99-108. DOI: 10.1016/j.rmcl.2015.02.011
- Lao L, Weng X, Qiu G, Shen J. The role of preoperative pulmonary function tests in the surgical treatment of extremely severe scoliosis. *J Orthop Surg Res.* 2013 Sep 5;8:32. doi: 10.1186/1749-799X-8-32. PMID: 24007407; PMCID: PMC3844393.
- Harvey A, Baker L, Williams K. Non-surgical prevention and management of scoliosis for children with Duchenne muscular dystrophy: what is the evidence? *J Paediatr Child Health.* 2014 Oct;50(10):E3-9. doi: 10.1111/jpc.12177. Epub 2013 Apr 7. PMID: 23560735.
- Jenkins JG, Bohn D, Edmonds JF, Levison H, Barker GA. Evaluation of pulmonary function in muscular dystrophy patients requiring spinal surgery. *Crit Care Med.* 1982 Oct;10(10):645-9. doi: 10.1097/00003246-198210000-00005. PMID: 7116884.
- Simonds AK. Respiratory support for the severely handicapped child with neuromuscular disease: ethics and practicality. *Semin Respir Crit Care Med.* 2007 Jun;28(3):342-54. doi: 10.1055/s-2007-981655. PMID: 17562504.
- Prado, F., Salinas, P., and García, C. Recomendaciones para la evaluación quirúrgica de la escoliosis en niños con enfermedad neuromuscular. *Neumol. Pediatr* 2010;5:67-73.
- Mullender M, Blom N, De Kleuver M, Fock J, Hitters W, Horemans A, et al. A Dutch guideline for the treatment of scoliosis in neuromuscular disorders. *Scoliosis.* 2008 Sep 26;3:14.