

## AUTORES



LIC. PABLO FEDERICO  
BERESLAWSKI

Licenciado Kinesiólogo Fisiatra (UBA)

TGCP.

Certificado en FMS.

Encargado departamento postural  
SITyO, Berazategui Pcia. Bs. As.



LIC. NATALIA PERONE

Lic. en Kinesiología y Fisiatría (UBA)

Formada en R.P.G (Método Souchart)

Formada en Mulligan concept

Kinesióloga en SITyO, Berazategui  
Pcia. Bs. As.



E-mail: lic.paski@gmail.com

# FUNCIÓN DE LOS EJERCICIOS EN EL CONTROL DE LA ESCOLIOSIS UN ENFOQUE DINÁMICO DEL TRATAMIENTO POSTURAL

## Resumen

La escoliosis idiopática adolescente es un trastorno musculoesquelético frecuente que necesita un diagnóstico para clasificarla, controlarla y darle un tratamiento correcto.

La rehabilitación debe basarse en la educación del paciente y su familia, terapias manuales, ejercicios posturales estáticos y ejercicios específicos para escoliosis, persiguiendo el objetivo de mejorar la calidad de movimiento.

El deporte es un complemento necesario para los tratamientos ortopédicos, pero no puede ser considerado como un tratamiento.

## Palabras claves

Escoliosis idiopática adolescente; Deporte; Ejercicios fisioterapéuticos específicos para la escoliosis; SOSORT; Schrot excercises.

## Introducción

La escoliosis idiopática adolescente (AIS) es una alteración de la columna y el tronco muy común en el ámbito ortopédico. Luego de la derivación, los kinesiólogos somos los encargados de llevar a cabo el tratamiento y seguimiento de los pacientes que conviven con dicha situación clínica.

Diversas técnicas y abordaje se describen en la literatura, sin embargo desde nuestra perspectiva, los tratamientos pasivos que se utilizan para lograr los diferentes objetivos terapéuticos relacionados con las alteraciones de la postura son insuficientes. Rescatamos la evaluación y la reprogramación de los movimientos como un eje fundamental, alineados con las tendencias actuales basadas en la evidencia. En base a esto, hemos desarrollado un programa de tratamiento que se estructura sobre tres pilares: la evaluación de la postura y el movimiento, la libertad tridimensional de los tejidos limitados por la deformidad, y la educación del paciente y su familia, para que integren los ejercicios correctivos y los cuidados posturales en las actividades de la vida diaria (AVD) y así poder evitar el progreso de las curvas.

El objetivo de esta revisión narrativa es actualizar los conceptos sobre diagnóstico, clasificación, tratamiento y describir nuestro modelo de abordaje que incorpora múltiples visiones, técnicas manuales y diferentes tipos de ejercicio.

## MARCO CIENTÍFICO ACTUAL

En el año 2004, la Sociedad Científica Internacional en tratamiento y Rehabilitación Ortopédica de la Escoliosis (SOSORT) aunó sus esfuerzos por generar consenso sobre la clasificación y el tratamiento conservador de la escoliosis. La SOSORT es la primera agrupación internacional formada por fisioterapeutas, ortopedistas y cirujanos de columna. Las otras dos entidades científicas a nivel internacional que investigan el tratamiento de la escoliosis son la Sociedad de Investigación de la Escoliosis (SRS) y la Sociedad Internacional de Investigación de Deformidades de Columna (IRSSD), las cuales tienen en cuenta el tratamiento conservador, pero se enfocan principalmente en el tratamiento quirúrgico. Las escuelas de rehabilitación que adhieren a la SOSORT alrededor del mundo, han incorporado el término *Physiotherapy Scoliosis Specific Exercises (PSSE)*, (*Ejercicios Fisioterapéuticos Específicos para Escoliosis*) y han establecido por consenso que los mismos tienen como característica la autocorrección tridimensional, el entrenamiento de las AVD, estabilizar las posturas correctas, y lograr que la educación del paciente siempre esté presente. <sup>1</sup> **Fig. 1**

En la traumatología ha prosperado la idea de que los ejercicios no tienen resultados positivos en el tratamiento de la escoliosis, este dogma se debe a una vieja investigación publicada en el año 1979, el cual es el único estudio en contra de la efectividad de los PSSE. <sup>2</sup> Actualmente se ha demostrado la efectividad de los PSSE en el tratamiento de la AIS, por cuatro ensayos clínicos controlados aleatorizados publicados en diferentes partes del mundo como Italia, Canadá, Alemania y Turquía. <sup>3,4,5,6</sup>

## DESCRIPCIÓN DE LA PATOLOGÍA.

Escoliosis es un término general que compromete cambios en la forma y posición del tronco (tórax, abdomen y pelvis) por la afectación de la columna vertebral. Hipócrates introdujo el término “scolio”, que significa curvado o doblado. <sup>7</sup>

La escoliosis puede ser definida como una “deformidad tridimensional de la columna y el tronco” que causa inclinación lateral en el plano frontal, rotación axial en el plano transversal, y alteraciones en el plano sagital, comprometiendo las lordosis y las cifosis, generalmente hacia una espalda plana. Según la SRS, el término escoliosis es utilizado cuando el ángulo de Cobb es mayor a  $10^\circ$  y se puede constatar algún grado de rotación de los cuerpos vertebrales. Según la SOSORT, los ángulos de hasta 5 grados pueden ser signos de una escoliosis estructural con posibilidades de progresión.

La escoliosis estructural debe diferenciarse de la funcional, que es una curvatura de la columna que tiene causas extra espinales (diferencia de miembros, contracturas de los músculos paravertebrales, influencias viscerales) la cual es parcial o totalmente reducida una vez eliminadas esas causas y reeducado el paciente.



*FIGURA 1. Paciente adolescente con escoliosis combinada, lumbar derecha y torácica izquierda, leve. Se realiza un ejercicio para centrar la columna dorsal y expandir la concavidad (círculo rojo). La presión en el suelo del bastón derecho genera una tracción de la columna dorsal hacia el eje del cuerpo.*

---

“ Es imposible pensar en una reeducación postural sin reeducar el movimiento global del cuerpo.”

---

El término Escoliosis Idiopática se aplica cuando no es posible identificar una causa que provoque la alteración de la forma de la columna y el tronco. Generalmente se identifica en niños sanos que comienzan con signos de desalineación o por algún hallazgo radiográfico, y la misma puede progresar durante la etapa de crecimiento por múltiples factores.<sup>8,9</sup>

### EPIDEMIOLOGÍA

El 20 % de las escoliosis son secundarias a alteraciones ajenas a la columna; el 80% restante son idiopáticas. La mayoría de los estudios epidemiológicos apuntan a la AIS de la cual se tienen registros que varían desde el 1 % al 12% según la zona. Sin embargo, la mayor parte de la información sostiene que la población afectada es de aproximadamente 3%.<sup>7</sup>

La relación entre mujeres y hombres aumenta cuanto mayor es el ángulo de Cobb.<sup>7</sup>

COBB	MUJERES	HOMBRES
Entre 10° y 20°	1,3	1
Entre 20° y 30°	5,4	1
Más de 30°	7	1

### ETIOLOGÍA

La etiología de la AIS es desconocida, y sus causas se han diferenciado en congénitas o adquiridas. Las alteraciones genéticas heredadas de familiares son las más evocadas por los estudios. Sin embargo, perturbaciones sistémicas como desórdenes en los mucopolisacáridos, y la síntesis de lipoproteínas, también han sido mencionadas. Cabe destacar que actualmente la investigación hace hincapié en la influencia que podrían tener los niveles de melatonina en la aparición de la escoliosis.<sup>7</sup> Las causas que podrían provocar la AIS es uno de los temas más controversiales.

### DESARROLLO Y EVOLUCIÓN DE LA ESCOLIOSIS IDIOPÁTICA

Según Negrini, la escoliosis idiopática puede aparecer y desarrollarse en cualquier momento de la infancia y la adolescencia, siendo más común durante los brotes de crecimiento que se dan entre los 6 y 24 meses, de los 5 a los 8 años, y de los 11 a los 14. Durante la adolescencia, el radio de crecimiento de las curvaturas escolióticas es mayor debido a la desproporción que genera el alargamiento inicial y acelerado de los miembros inferiores. Luego se produce el crecimiento del eje raquídeo. Generalmente, la menarca aparece en los 2/3 del brote de crecimiento adolescente, marcando una disminución gradual en el riesgo de la progresión de la escoliosis ideopática.<sup>10</sup>

La progresión de la escoliosis idiopática es menor una vez finalizado el crecimiento óseo. Sin embargo, en la adultez las curvas mayores a 30° pueden aumentar si no son tratadas, a causa de las inestabilidades gene-

radas por los desequilibrios musculares que generan cargas asimétricas en la columna, cuyas vértebras ya se encuentran deformadas. Los doctores Stokes y Burwell explican el círculo vicioso de este fenómeno, que se arrastra desde la adolescencia, donde la mecanotransducción alterada por la tensión muscular asimétrica influye en el crecimiento de la placa terminal, debilitando y deformando la estructura de las vértebras.<sup>11</sup>

### ABORDAJE MÚLTIPLE DE TRATAMIENTO.

El programa de tratamiento surge de la necesidad de poner al paciente en situación de aprendizaje, para que en el proceso vaya sintiéndose capacitado para poder manejar su situación corporal de forma independiente a medida que va sorteando los desafíos que el terapeuta le propone. En caso de tratarse de un niño, o de un adolescente joven, se incorpora al grupo familiar en el trabajo, entendiendo que son parte fundamental del éxito terapéutico. Otro de los objetivos es poder evaluar permanentemente los cambios posturales que van surgiendo con el correr de las sesiones. La toma de imágenes de frente, posterior y perfil son fundamentales para el ingreso al programa.

Al principio, los encuentros son individuales, y en los mismos se va completando la planilla de evaluación. La clasificación de la escoliosis es uno de los pasos más importantes del proceso. La misma se establece según edad, ubicación de las curvas y severidad de las mismas. Con este propósito, se toma el ángulo de Cobb del espinograma anteroposterior, el cual es considerado gold estándar para detectar la escoliosis. En una revisión sistemática, S. Langensiepen confirma que esta medición ha demostrado ser confiable intra e inter examinador, con un error de 5 grados aproximadamente. En la actualidad, su validez está siendo evaluada con sistemas de medición utilizados en aplicaciones de celular que dan buenos resultados. Seguramente este es un punto que podrá ser mejor en los próximos años.<sup>12</sup>

La maniobra de Adam's es patognomónica de escoliosis, y su medición con escoliómetro ha demostrado tener alta reproductibilidad entre diferentes observadores. El escoliómetro mide el ángulo de inclinación del tronco (AIT), permitiendo tener un buen punto de corte para realizar una radiografía de control si aumenta 5 grados.

Actualmente, tomamos la clasificación de la severidad de las curvas según las recomendaciones de la SOSORT (**tabla 1**). Es necesario identificar si la escoliosis es funcional a un desequilibrio extraespinal. En caso de que así sea, se adoptarán las medidas terapéuticas y se reeducará al paciente para que pueda adaptarse correctamente. Muchas veces, en la práctica nos encontramos AIS con componentes funcionales, como por ejemplo la compensación de la pelvis por una diferencia de miembros, y todos estos detalles son tomados en cuenta para poder realizar un pronóstico, pensando en un posible detenimiento del progreso de la curva y, en el mejor de los casos, en una corrección.

---

“La reeducación de la postura es básicamente neuroestructural, los cambios en el sistema locomotor tienen que ser censados por el Sistema Nervioso Central e interpretados conscientemente por la persona para poder facilitarlos e integrarlos a sus recursos habituales de acomodación postural y movimiento.”

---

TABLA 1

Classifications of idiopathic scoliosis.							
Chronological		Angular			Topographic		
Age at diagnosis (years.months)		Cobb degrees			Apex		
					from	to	
Infantile	0-2.11	Low	Low	5-15	Cervical	-	Disc C6-7
Juvenile	3-9.11		Low to moderate	16-24	Cervico-thoracic	C7	T1
Adolescent	10-17.11	Moderate	Moderate	25-34	Thoracic	Disc T1-2	Disc T11-12
Adult	18-		Moderate to severe	35-44	Thoraco-lumbar	T12	L1
		Severe		45-59	Lumbar	Disc L1-2	-
		Very severe		60 or more			

Una vez evaluados los antecedentes de la persona y su postura, y clasificada su escoliosis, se comienza con la evaluación de los movimientos. Nueve (9) son los programas motrices (montajes neuromotores de programas preestablecidos) que tomamos como referencia para identificar alteraciones en la coordinación, inestabilidades, rigideces y síntomas.



FIGURA 2. Paciente de 13 años, con escoliosis leve lumbar izquierda. Ejercicio de alineación de la columna en decúbito lateral sobre la convexidad, con activación de la cadena lateral asociada a stretching del cuadrado lumbar del lado de la concavidad.

1. Apertura de brazos hasta la horizontal.
2. Elevación anterior de brazos.
3. Extensión completa con elevación de brazos.
4. Manos al suelo con rodillas extendidas.
5. Elevación de la pierna recta. (EPR).
6. Inclinaciones laterales del tronco.
7. Torsión desde miembros inferiores, Cadenas Cruzadas Posteriores (CCP)
8. Torsión desde miembros superiores, Cadenas Cruzadas Anteriores (CCA).
9. Trendelemburg.

La evaluación del movimiento nos permite ir direccionando el tratamiento. Las asimetrías durante la ejecución son registradas en la ficha y las técnicas manuales orientadas hacia la liberación de los tejidos que las causan, ya sea en el tronco o en las extremidades. De forma conjunta, se estabiliza la columna y se reeduca el movimiento.

### Fig. 2

La conciencia del tono muscular y de la respiración, así como su control, son estrategias terapéuticas básicas que acompañarán todo el programa.

**Fig. 3** La reeducación de la postura es básicamente neuroestructural, los cambios en el sistema locomotor tienen que ser censados por el Sistema Nervioso Central e interpretados conscientemente por la persona para poder facilitarlos e integrarlos a sus recursos habituales de acomodación postural y movimiento. De esta forma, la persona va eligiendo qué estrategias corporales son más beneficiosas para los objetivos planteados

en el programa, que tiene como fin detener el progreso de las curvas escolióticas, organizar una movilidad sustentable en el tiempo, y permitir que la persona pueda conocer cómo es su cuerpo, cómo cuidarlo y cómo disfrutarlo.

Una vez que el paciente está libre de síntomas, que domina los ejercicios dinámicos de control pélvico, que aprende a elongar los músculos que fijan su columna, que integra las posturas de corrección y puede direccionar su respiración a cualquier parte del tronco, está preparado para hacer la transición hacia la gimnasia postural. Las clases están reducidas a un máximo de 3 asistentes, y estos comparten una misma edad, una misma severidad de la curva y un mismo nivel de programa. Se ha demostrado que las clases grupales generan mayor adhesión al tratamiento, tienen un efecto psicológico positivo y disminuyen los costos del paciente. De esta forma, los encuentros individuales se van espaciando cada 15 días o 1 vez por mes, mientras se realiza una hora semanal de gimnasia postural correctiva. **Fig. 4 y 5.**

Las clases de ejercicios son un marco ideal para que el terapeuta pueda analizar cómo se mueve esa persona y así poder identificar asimetrías en el movimiento, debilidades, faltas de coordinación, etc. Es imposible pensar en una reeducación postural sin reeducar el movimiento global del cuerpo.

### ESCOLIOSIS Y DEPORTE: UNA RELACIÓN PARADIGMÁTICA

Se han generado, con el tiempo, algunas ideas sobre cómo el deporte influye en el desarrollo de una persona que tiene escoliosis.

La relación que se ha establecido entre la natación y su probable beneficio sobre la escoliosis es de larga data, y es tan frecuente la recomendación de profesionales traumatólogos e incluso kinesiólogos, que muchos la indican directamente como tratamiento aislado de cualquier tipo de terapia postural específica, sin tener en cuenta las particularidades de cada persona, ni el tipo de entrenamiento realizado en la pileta. Ya en el año 1986, Becker estudió la relación que existe entre los nadadores y la presencia de escoliosis.<sup>13</sup> Esta evidencia deja en claro que la natación nunca puede ser un tratamiento, sino un complemento de la terapia postural y de los programas de PSSE. Actualmente hay evidencia sobre el riesgo que genera un entrenamiento competitivo de natación, sobre las deformidades del tronco en niñas adolescentes, al cual se asocia también el dolor lumbar.<sup>14</sup>

Otro punto que actualmente está en discusión, son los llamados deportes asimétricos, por ejemplo el tenis o el hockey, entre otros. Los mismos son considerados por los expertos como factores de riesgo de escoliosis y otras alteraciones del eje raquídeo, sin haber contemplado la literatura existente. Los datos obtenidos por Fabio Zaina no confirman esta hipótesis.<sup>15</sup> El estudio compara niños que van a la escuela y otros de la misma edad que practican tenis, buscando la prevalencia de escoliosis y



**FIGURA 3.** Paciente de 20 años con escoliosis leve-moderada, combinada lumbar izquierda  $16^\circ$ , dorsal derecha  $18^\circ$ . Se educa cómo llevar el aire a diferentes zonas del cuerpo, en este caso hacia la concavidad dorsal para expandir el hemitórax derecho y descolapsar la zona.



**FIGURA 4.** Ejercicio de estabilidad y expansión de la concavidad lumbar en el paciente hombre con escoliosis lumbar izquierda de  $17^\circ$  y el la mujer se asocia un ejercicio activo de expansión de la concavidad dorsal izquierda  $18^\circ$ .



FIGURA 5. Elongación del psoas en grupo de escoliosis leve en adultos, en posición de estocada. Se asocia al ejercicio control postural del tronco y cabeza para estabilizar una postura óptima.

dolor lumbar, no encontrando diferencias significativas. En todo caso, es importante continuar estudiando la influencia de los diferentes deportes en el crecimiento de la columna, y ante el diagnóstico de escoliosis, dependiendo el grado, que los pacientes puedan continuar con su actividad física y asociar un programa de ejercicios que prevengan el aumento de las curvas escolióticas.

Por ejemplo, se ha determinado cómo la gimnasia rítmica aumenta en un 12% la probabilidad de desarrollar una escoliosis, más aún si se asocia a la tríada de riesgo, laxitud generalizada de las articulaciones, menarca tardía y cargas asimétricas en el entrenamiento.<sup>16</sup>

Los beneficios físicos, psicológicos y sociales que brindan las actividades deportivas han demostrado ser de mucha utilidad. Mientras que los PSSE buscan estabilizar la postura y la columna, la práctica de deportes aumenta la oxigenación de los tejidos, la capacidad vital, educa físicamente, y genera autoconfianza y bienestar en quién lo realiza.

Muchos estudios aseguran que el deporte tiene que ser el complemento de un tratamiento con ejercicios específicos, incluso en el caso de escoliosis que tengan que ser equipadas con corsé o después de una estabilización quirúrgica de las curvas. Mientras que las curvas dobles presentan mayor estabilidad que las simples, estas últimas, si son importantes, a largo plazo pueden generar molestias con la práctica.

Nuestra recomendación en particular es que la práctica deportiva se desarrolle de forma recreacional, tratando de evitar la alta competencia, que es el ámbito en el que se han reportado mayores casos de escoliosis.

Dentro de las recomendaciones de la SOSORT, con respecto a la práctica deportiva se encuentran:<sup>7</sup>

- Los deportes no deben ser prescritos como tratamiento.
- La actividad deportiva debe ser realizada según cada caso en particular, para aprovechar los beneficios psicológicos, sociales y físicos.
- Durante el tratamiento, hay que mantener la educación física en el colegio, con los límites que el grupo de médicos crea necesarios.
- Integrar el deporte incluso en tratamientos que utilicen corsé.
- Disminuir o eliminar deportes de alto impacto y de alto rendimiento en escoliosis importantes, con equipamiento de corsé o postquirúrgicas.

### **Conclusión**

Se ha demostrado que los ejercicios específicos para escoliosis son fundamentales para poder controlar la evolución de las curvas escolióticas. Cada persona tiene sus características clínicas, ya que las escoliosis pueden variar significativamente de un individuo al otro. Por este motivo, cada profesional tiene que evaluar la postura y los movimientos del paciente, para poder disminuir las cargas asimétricas sobre la columna durante las actividades de la vida diaria. Los actuales paradigmas vinculados

con reeducaciones posturales estáticas, necesitan ser complementados con programas de ejercicios dinámicos, terapias manuales, educación del paciente, y la ayuda del entorno familiar.

El deporte es un complemento necesario e indispensable en el abordaje terapéutico de la escoliosis, incluso si la misma necesita un equipamiento ortésico o tratamiento quirúrgico. Sin embargo, estaría contraindicado el alto rendimiento y los deportes de impacto.

En la Argentina, los deportes asimétricos son de gran popularidad, y cada vez más niños y adolescentes los practican. Siendo este grupo etario el de mayor riesgo de aparición y desarrollo de la escoliosis, futuros estudios tendrán que comprobar si verdaderamente estos deportes son un factor de riesgo para el desarrollo y la evolución de las alteraciones del eje raquídeo. ●

---

“Muchos estudios aseguran que el deporte tiene que ser el complemento de un tratamiento con ejercicios específicos, incluso en el caso de escoliosis que tengan que ser equipadas con corsé o después de una estabilización quirúrgica de las curvas.”

---

### **Bibliografía**

1. Hagit Berdishevsky, Victoria Ashley Lebel, Josette Bettany-Saltikov, Manuel Rigo, Andrea Lebel, Axel Hennes, Michele Romano, Marianna Biatek, Andrzej M'hango, Tony Betts, Jean Claude de Mauroy and Jacek Durmala: Physiotherapy scoliosis specific exercises a comprehensive review of seven major schools. *Scoliosis and Spinal Disorders* (2016)
2. Stone B, Beekman C, Hall V, Guess V, Brooks HL: The effect of an exercise program on change in curve in adolescents with minimal idiopathic scoliosis. A preliminary study. *Phys Ther* 1979, 59(6):759-763.
3. Schreiber S, Parent EC, Hedden DM, Hill D, Moreau MJ, Lou E, Watkins EM, Southon SC. The effect of Schroth exercises added to the standard of care on the quality of life and muscle endurance in adolescents with idiopathic scoliosis—an assessor and statistician blinded randomized controlled trial: “SOSORT 2015 Award Winner”. *Scoliosis*. 2015;10:24.
4. Monticone M, Ambrosini E, Cazzaniga D, Rocca B, Ferrante S. Active self-correction and task-orientated exercises reduce spinal deformity and improve quality of life in subjects with mild adolescent idiopathic scoliosis. Results of a randomized controlled trial. *EurSpine J*. 2014;23(6):1204–14.
5. Williams MA, Heine JP, Williamson EM, Toye F, Dritsaki M, Petrou S, Crossman R, Lall R, Barker KL, Fairbank J, Harding I, Gardner A, Slowther AM, Coulson N, Lamb SE. Active Treatment for Idiopathic Adolescent Scoliosis (ACTI v ATeS): a feasibility study. *Health Technol Assess*. 2015; 19(55).
6. Kuru T, Yeldan İ, Dereli EE, Özdingler AR, Dikici F, Çolak İ. The efficacy of three-dimensional Schroth exercises in adolescent idiopathic scoliosis: A randomised controlled clinical trial. *Clinical Rehabil*. 2016;30(2):181–90.
7. 2011 SOSORT guidelines: Orthopaedic and Rehabilitation treatment of idiopathic scoliosis during growth. Stefano Negrini, Angelo G Aulisa, Lorenzo Aulisa, Alin B Circo, Jean Claude de Mauroy, Jacek Durmala, Theodoros B Grivas, Patrick Knott, Tomasz Kotwicki, Toru Maruyama, Kotwickia, Silvia Minozzi, Joseph P O'Brien, Dimitris Pappadopoulos, Manuel Rigo, Charles H Rivard, Michele Romano, James H Wynn, Monica

Villagrasa, Hans-Rudolf Weiss and Fabio Zaina.

8. Nachemson A, Sahlstrand T: Etiologic factors in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 1977, 1(2):176-184
9. Grivas TB, Samelis P, Chadziargiropoulos T, Polyzois B: Study of the rib cage deformity in children with 10 degrees-20 degrees of Cobb angle late onset idiopathic scoliosis, using rib-vertebra angles-aetiologic implications. *Study Health Technol Inform* 2002, 91:20-24.
10. Negrini S, Aulisa L, Ferraro C, Fraschini P, Masiero S, Simonazzi P, Tedeschi C, Venturin A: Italian guidelines on rehabilitation treatment of adolescents with scoliosis or other spinal deformities. *Eura Medicophys* 2005, 41(2):183-201.
11. Ian Stokes, R Geoffrey Burwell and Peter H Dangerfield: Biomechanical spinal growth modulation and progressive adolescent scoliosis – a test of the 'vicious cycle' pathogenetic hypothesis: Summary of an electronic focus group debate of the IBSE. *Scoliosis Journal* 2006
12. S. Langensiepen, O. Semler, R. Sobottke, O. Fricke, J. Franklin, E. Schönau, P. Eysel. Measuring procedures to determine the Cobb angle in idiopathic scoliosis: a systematic review. *Eur Spine J* (2013) 22:2360–2371.
13. Becker TJ: Scoliosis in swimmers. *Clin Sports Med* 1986, 5(1):149-158.
14. Fabio Zaina, Sabrina Donzelli, Monia Lusini, Salvatore Minnella and Stefano Negrini. *Swimming and Spinal Deformities: A Cross-Sectional Study. The Journal of Pediatrics* 2014.
15. Fabio Zaina, Sabrina Donzelli, Monia Lusini, Claudia Fusco, Salvatore Minnella, Stefano Negrini. Tennis is not dangerous for the spine during growth: results of a cross-sectional study. *Euro Spine J*. 2016.
16. Assen D. Dzherov, Anton D. Parushev, Dobrin M. Dikov and Miroslav B. Todorov: Scoliosis in Rhythmic Gymnasts, *MDSPINE* Volume 25, Number 11, pp 1367\_1372°, 2000,
17. Athanasopoulos S, Paxinos T, Tsfantakis E, Zachariou K, Chatziconstantinou S: The effect of aerobic training in girls with idiopathic scoliosis. *Scand J Med Sci Sports* 1999, 9(1):36-40.