

## Valoración de la disposición sagital del raquis en gimnastas especialistas en trampolín.

### Assessment of the sagittal plane of the spine in trampoline gymnasts.

**Pilar Sainz de Baranda**

Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. Universidad Católica San Antonio de Murcia.

**Fernando Santonja**

Facultad de Medicina. Departamento de Fisioterapia. Universidad de Murcia.

**María Rodríguez-Iniesta**

Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. Universidad Católica San Antonio de Murcia.

#### Resumen

Se valoró la disposición sagital de la columna vertebral en gimnastas especialistas en la modalidad de trampolín. Se realizó un estudio transversal, en el que participaron 69 gimnastas de trampolín (35 mujeres y 34 varones) con una edad media de  $14.97 + 4.77$  años, y de  $6.61 + 4$  años de entrenamiento. La valoración se realizó en tres posiciones: bipedestación relajada, sedentación relajada y flexión máxima del tronco. En todas las posiciones se diferenció la curva dorsal y la lumbar. Para la cuantificación de los grados se utilizó un inclinómetro ISOMED Unilevel-95. En bipedestación la cifosis dorsal media fue  $44.96^{\circ} + 8.23^{\circ}$ , la lordosis lumbar fue de  $36.25^{\circ} + 10.1^{\circ}$ . En máxima flexión del tronco desde la bipedestación posición test dedos suelo (FMT-DDS) los grados de la curvatura dorsal y lumbar fueron de  $51.55^{\circ} + 11^{\circ}$  y  $29.29^{\circ} + 7.89^{\circ}$ . En máxima flexión del tronco desde la sedentación test dedos planta (FMT-DDP) los grados de la curvatura dorsal y lumbar fueron de  $57.94^{\circ} + 15^{\circ}$  y  $27.72^{\circ} + 7.51^{\circ}$ . En sedentación relajada los grados de la curvatura dorsal y lumbar fueron de  $50.28^{\circ} + 10^{\circ}$  y  $17.48^{\circ} + 9.6^{\circ}$  respectivamente. Los valores medios del plano sagital de los gimnastas especialistas en trampolín muestran en bipedestación valores de hiper cifosis para la curva dorsal, con una lordosis lumbar normal. En la flexión máxima del tronco se observan valores normales para la cifosis dorsal y valores hiper cifóticos para la curva lumbar. En sedentación se observan valores hiper cifóticos tanto en la curva dorsal como en la lumbar. Los gimnastas presentan tendencia a una mayor cifosis dorsal en bipedestación y en flexión de tronco. Las gimnastas presentan tendencia a una mayor lordosis en bipedestación y menor cifosis lumbar en flexión y sedentación.

**Palabras clave:** plano sagital; cifosis torácica; lordosis lumbar; gimnastas de trampolín.

#### Abstract

The sagittal plane of the spine was measured in trampoline gymnasts. In this cross-sectional study, 69 club-level trampoline gymnasts (35 females and 34 males) participated. They had a mean age of  $14.97 + 4.77$  years and had participated in this sport for  $6.61 + 4$  years. The sagittal plane was measured in three positions: standing, seated, and maximal trunk flexion. In all positions the thoracic and lumbar curvature angular values were measured using an ISOMED Unilevel-95 inclinometer. Average standing thoracic kyphosis was  $44.96^{\circ} + 8.23^{\circ}$ , and average standing lumbar lordosis was  $36.25^{\circ} + 10.1^{\circ}$ . In standing forward flexion, the thoracic and lumbar curvatures measured  $51.55^{\circ} + 11^{\circ}$  and  $29.29^{\circ} + 7.89^{\circ}$ . In seated forward flexion, the measurements for the thoracic and lumbar spines were  $57.94^{\circ} + 15^{\circ}$  and  $27.72^{\circ} + 7.51^{\circ}$ . In slumped sitting, the measurements for the thoracic and lumbar spines were  $50.28^{\circ} + 10^{\circ}$  and  $17.48^{\circ} + 9.6^{\circ}$ , respectively. The average values of the sagittal plane in these trampoline gymnasts demonstrate hyperkyphosis for the thoracic curvature and normal lordosis for the lumbar curvature when standing. For maximal trunk flexion normal values were found in the thoracic curvature and hyperkyphotic values were found in the lumbar curvature. For seated positions hyperkyphotic values were found in the thoracic and lumbar curvatures. Male gymnasts tend to have more dorsal kyphosis in standing and maximal trunk flexion. The female gymnasts tend to have greater lordosis in standing and lesser lumbar kyphosis in trunk flexion and in seated position.

**Key words:** sagittal plain; curvatures; thoracic kyphosis; lumbar lordosis; trampoline gymnasts.

Correspondencia/correspondence: Pilar Sainz de Baranda.  
Campus de los Jerónimos, s/n. 30107 Guadalupe (Murcia).  
E-mail: mpsainz@pdi.ucam.edu

## Introducción

Existen pocas investigaciones sobre la disposición sagital de las curvas dorsal y lumbar en deportistas (Uetake et al., 1998; Santonja y Pastor, 2000; Wojtys et al., 2000; Sainz de Baranda et al., 2001; Gómez et al., 2002; Martínez-Gallego et al., 2002; Pastor et al 2002; Pastor et al. 2002; Rajabi et al., 2008). Sin embargo, en la práctica deportiva existe una gran implicación de la columna vertebral con la mayoría de los gestos deportivos, lo que requiere investigaciones que analicen su influencia en el rendimiento deportivo y en la salud del raquis de los deportistas (Uetake et al., 1998; Rajabi et al., 2008).

Para preservar la salud raquídea del deportista hay que tener en cuenta el morfotipo raquídeo (Santonja, 1996), las patologías que pueden tener con mayor frecuencia (Hellstrom, Jacobsson, Swärd y Peterson, 1990; Katz y Scerpella, 2003) y el porcentaje de deportistas afectados con dolor de espalda (Christie, Kumar y Warren, 1995; Ohlén et al., 1989; Harringe et al., 2007; Kujala y cols., 1992).

El concepto de morfotipo raquídeo en el plano sagital fue definido por Santonja (1996) y consiste en la valoración de la curvaturas sagitales dorsal y lumbar en bipedestación en su actitud habitual, en flexión máxima del tronco (estando de pie o sentado con las rodillas extendidas) y en postura sentada relajada o asténica.

Diversos estudios han valorado el morfotipo raquídeo en distintos deportista tales como futbolistas profesionales (Sainz de Baranda et al, 2001), gimnastas de rítmica (Ohlén, 1989; Martínez-Gallego y Rodríguez-García, 2005), nadadores (Santonja y Pastor, 2000; Pastor et al 2002), bailarinas de danza española y clásica (Gómez et al, 2002) y en luchadores (Rajabi et al., 2008). Otros estudios, incluyen a deportistas de diversas disciplinas (Santonja 1993; Ferrer et al., 1996; Uetake et al., 1998; Boldori et al., 1999; Wojtys et al., 2000). La mayoría de estos trabajos encuentran diversas adaptaciones en la disposición del raquis que se concretan en un alto porcentaje de deportistas que presentan desalineaciones sagitales de las curvas dorsal y/o lumbar. Sin embargo, no conocemos investigaciones en el ámbito del rendimiento deportivo que analicen la influencia del entrenamiento y la competición en gimnastas especialistas en la modalidad de trampolín.

El objetivo del presente estudio ha sido valorar el morfotipo sagital del raquis en gimnastas especialistas en la modalidad de trampolín, debido a que la frecuente adopción de posturas inadecuadas y la repetición sistemática de determinados gestos deportivos, pueden ocasionar incrementos de sus curvas dorsal y/o lumbar.

## Material y método

### *Muestra*

En este estudio participaron 69 gimnastas de competición de la modalidad de trampolín (35 mujeres y 34 varones) pertenecientes a 19 clubes miembros afiliados a la Real Federación Española de Gimnasia. Las medias de edad, estatura, peso, años de entrenamiento, días a la semana y horas al día fueron:  $14.97 \pm 4.77$  años,  $155.54 \pm 14$  cm.,  $51.19 \pm 13$  kg.,  $6.61 \pm 4$  años/entrenamiento,  $4.10 \pm 0.99$  días/semana y  $2.63 \pm 0.64$  horas/día respectivamente. Se establecieron como criterios de inclusión que los deportistas estuvieran federados con un mínimo de 3 años de entrenamiento, entrenaran 3 o más

días a la semana, estar asintomático en el momento de la valoración y no presentar limitaciones músculo-esqueléticas o dolor de espalda. Y como criterios de exclusión, que existiera lesión traumática previa, escoliosis ( $>20^\circ$ ) o haber recibido tratamiento previo de alguna patología del plano sagital, bien mediante corsé o cinesiterapia específica (Wojtys et al, 2000).

#### *Procedimiento*

El estudio fue aprobado por el Comité Ético de la Universidad Católica San Antonio de Murcia. Los deportistas y entrenadores fueron previamente informados sobre el procedimiento del estudio antes de la valoración y cumplieron un consentimiento informado. Los sujetos fueron examinados en ropa interior y descalzos. Todas las medidas fueron tomadas durante la misma sesión de valoración y bajo la misma temperatura ambiente ( $25^\circ\text{C}$ ).

Los deportistas no realizaron ejercicios de activación o estiramientos antes de la medición, ni durante la misma. Los deportistas tuvieron un periodo de recuperación de 5 minutos entre cada medición. Los tests fueron realizados por un explorador experimentado. Con objeto de establecer la fiabilidad del explorador, previamente se realizó un estudio a doble ciego con 10 sujetos, obteniendo un coeficiente de correlación intraclass superior a 0.95 en todas las variables.

#### *Disposición sagital de la columna vertebral*

Previo a la valoración de la disposición sagital de la columna vertebral, se realizaron en la piel tres marcas correspondientes a las apófisis espinosas de la primera vértebra dorsal ( $T_1$ ), duodécima vértebra torácica ( $T_{12}$ ) y quinta vértebra lumbar ( $L_5$ ) (López-Miñarro et al, 2007). A continuación se cuantificaron de forma aleatoria las curvas dorsal y lumbar en bipedestación o postura cero (Lafond et al., 2007), sedentación asténica (Stagnara, 1992; Santonja, 1996) y flexión máxima del tronco con piernas estiradas desde la bipedestación en posición test dedos suelo (FMT-DDS) y la sedentación en posición test dedos planta (FMT-DDP) (López-Miñarro et al., 2007).

La medición de las curvas sagitales del raquis se realizó con un inclinómetro Unilevel (ISOMED, Inc., Portland, OR) al proporcionar una considerable reproducibilidad y validez, con una buena correlación con la medición radiográfica (Saur et al, 1996).

#### *Bipedestación*

Para la medición de las curvas en bipedestación, el deportista se situaba en la posición cero (Lafond et al., 2007). Una vez colocado, se procedía a la medición de las curvas, permaneciendo el deportista sin moverse y en posición relajada. Para medir la cifosis dorsal el inclinómetro se colocó al inicio de la curvatura torácica ( $T_1$ ), situándose en esta posición a  $0^\circ$ , a continuación se contorneaba el perfil del raquis hasta la zona donde se obtenía el mayor valor angular, generalmente coincidente con  $T_{12}$ - $L_1$ . Para medir la lordosis lumbar, en el punto donde se determinó el ángulo de la cifosis dorsal, se niveló el inclinómetro a  $0^\circ$  y, a continuación, se contorneaba el perfil del raquis lumbar hasta la zona donde se obtenía el mayor valor angular, generalmente coincidente con  $L_5$  - $S_1$  (figura 1).



Figura 1. Valoración de la cifosis dorsal y lumbar en bipedestación relajada.

### Flexión del tronco

Las curvas torácica y lumbar fueron valoradas al realizar una flexión máxima del tronco con piernas estiradas siguiendo el protocolo de medición descrito por Santonja (1996) y Serna et al., (1996). Para valorar el morfotipo en flexión, el deportista se situó en bipedestación con las rodillas estiradas, los pies separados a la anchura de sus caderas y sin rotación coxofemoral (Figura 2), las plantas de los pies en contacto con el cajón de medición. En esta posición se le solicitó que realizara una flexión máxima del tronco con rodillas y brazos extendidos. Las palmas de las manos, una sobre la otra, se tenían que deslizar sobre el cajón, hasta alcanzar la máxima distancia posible, manteniendo la posición durante 4-6 segundos para poder medir las curvaturas de la columna vertebral (López-Miñarro et al, 2007). Esta prueba se repitió exactamente igual pero con el deportista sentado (Figura 3).



Figura 2. Valoración de la curva dorsal y lumbar en flexión máxima del tronco desde la bipedestación (FMT-DDS)



Figura 3. Valoración de la curva dorsal y lumbar en flexión máxima del tronco desde la bipedestación (FMT-DDP).

Para la medición de la cifosis dorsal el inclinómetro se colocó al inicio de la curvatura torácica (T<sub>1</sub>), colocándolo a 0° grados, a continuación se colocó en T<sub>12</sub>, obteniendo el grado de la cifosis dorsal. La curva lumbar, se cuantificó colocando el inclinómetro en T<sub>12</sub> a 0 grados y, a continuación en L<sub>5</sub>.

#### Sedentación

Con el deportista sentado sobre la camilla en posición relajada, sin apoyar los pies en el suelo y con los antebrazos apoyados sobre sus muslos (Stagnara, 1987). Para la medición de la curva dorsal y lumbar se siguió el mismo protocolo que para la flexión del tronco (Figura 4).



Figura 4. Valoración de la curva dorsal y lumbar en sedentación asténica (SED).

#### *Tratamiento estadístico*

Se realizó un análisis descriptivo de cada una de las variables. Con el objetivo de apreciar las diferencias entre chicos y chicas, se utilizó la prueba T de Student para muestras independientes. De cara a los datos de las pruebas de fiabilidad, se aplicó un ANOVA de dos vías para la fiabilidad (coeficiente de correlación intraclase, ICC). Para el tratamiento de los datos se estableció una significación de  $p \leq 0.05$ . Todos los datos fueron analizados con el SPSS 16.0 para Windows.

## Resultados

En la tabla 1 se presentan los valores angulares para las curvas torácica y lumbar en bipedestación (BIP), en flexión máxima de tronco desde la bipedestación (FMT-DDS), en flexión máxima de tronco desde la sedentación (FMT-DDP) y los valores de las curvas en la posición sedentación asténica (SED) para los gimnastas y las gimnastas.

En bipedestación la cifosis dorsal media fue de  $44.96^{\circ} \pm 8.23^{\circ}$ , la lordosis lumbar fue de  $36.25^{\circ} \pm 10.1^{\circ}$ . En máxima flexión del tronco desde la bipedestación posición test dedos suelo (FMT-DDS) los grados de la curvatura dorsal y lumbar fueron de  $51.55^{\circ} \pm 11^{\circ}$  y  $29.29^{\circ} \pm 7.89^{\circ}$ . En máxima flexión del tronco desde la sedentación test dedos planta (FMT-DDP) los grados de la curvatura dorsal y lumbar fueron de  $57.94^{\circ} \pm 15^{\circ}$  y  $27.72^{\circ} \pm 7.51^{\circ}$ . En sedentación relajada los grados de la curvatura dorsal y lumbar fueron de  $50.28^{\circ} \pm 10^{\circ}$  y  $17.48^{\circ} \pm 9.6^{\circ}$  respectivamente.

Cuando se comparan los resultados obtenidos por los chicos y chicas gimnastas se observan diferencias significativas en todas las mediciones, excepto en la curva dorsal en sedentación. Así, las gimnastas presentaron una mayor lordosis lumbar ( $p < 0.0001$ ) y los gimnastas mostraron mayor cifosis dorsal ( $p < 0.05$ ). Además, los chicos gimnastas presentaron mayor curva dorsal y lumbar tanto en la flexión máxima del tronco desde la bipedestación (FMT-DDS), como desde la sedentación (FMT-DDP) (tabla 1).

Tabla 1. Valores medios de las curvas sagitales del raquis en gimnastas especialistas en trampolín.

	Chicos	Chicas	p valor
Cifosis BIP	$46.91^{\circ} \pm 7.07^{\circ}$	$43.06^{\circ} \pm 8.91^{\circ}$	<.05
Lordosis BIP	$32.06^{\circ} \pm 7.7^{\circ}$	$40.31^{\circ} \pm 10^{\circ}$	<.0001
Curva dorsal FMT-DDS	$55.74^{\circ} \pm 8.9^{\circ}$	$47.49^{\circ} \pm 12^{\circ}$	<.003
Curva lumbar FMT-DDS	$31.94^{\circ} \pm 6.7^{\circ}$	$26.71^{\circ} \pm 8.1^{\circ}$	<.005
Curva dorsal FMT-DDP	$62.82^{\circ} \pm 12.8^{\circ}$	$53.2^{\circ} \pm 17^{\circ}$	<.01
Curva lumbar FMT-DDP	$30.3^{\circ} \pm 6.4^{\circ}$	$25.2^{\circ} \pm 7.6^{\circ}$	<.004
Curva dorsal SED	$51.38^{\circ} \pm 12^{\circ}$	$49.2^{\circ} \pm 7^{\circ}$	.386
Curva lumbar SED	$21^{\circ} \pm 7.9^{\circ}$	$14^{\circ} \pm 10^{\circ}$	<.002

## Discusión

La columna vertebral en su plano sagital evoluciona con la edad, de tal forma que la columna de un niño no es un modelo en pequeño de la del adolescente y la del adulto, ya que conforme el niño crece, la alineación de la columna se modifica mostrando cambios en la postura y en el equilibrio del plano sagital. Por ello, la configuración de las curvaturas raquídeas demuestra gran plasticidad (Wilner y Jonson, 1983; Voutsinas y Maceren, 1986; Iwakami, 1987; Gozdziwski et al., 1989), por lo que los diferentes movimientos y cargas de entrenamiento realizadas en los deportes pueden modificar las curvas raquídeas del plano sagital. En este sentido, Uetake et al. (1998) afirman que las curvas sagitales del raquis de un deportista pueden modificarse con el entrenamiento intensivo a lo largo del tiempo.

Desde las primeras observaciones publicadas por Scheüermann (1920, 1921), se ha demostrado una asociación entre la hiperCIFOSIS torácica y el trabajo repetitivo requerido en los deportes. Hafner y Surrey (1952), Micheli (1979), Endler, Haber y Hofner (1980), Falter et al, 1981, Wilson y Lindseth (1982) y Sward (1992) observaron que existía asociación entre la hiperCIFOSIS y algunas actividades deportivas, como la gimnasia, el remo y la natación, al ser deportes que implican flexiones repetitivas y extremas de la columna vertebral.

En el presente estudio se ha valorado la disposición sagital del raquis en una muestra de gimnastas especialistas en la modalidad de trampolín, con objeto de valorar si la práctica continuada de este deporte condiciona un morfotipo raquídeo característico.

Esta especialidad de gimnasia consiste en realizar una serie de ejercicios gimnásticos ejecutados en varios aparatos elásticos, donde la acrobacia es la principal protagonista (Blanco, 1997), y consta de tres disciplinas independientes entre sí, como son: trampolín o cama elástica, el tumbling y el doble minitramp (Harringe et al., 2007). De forma general, en todas las disciplinas se necesita una gran flexibilidad de columna y un gran dominio corporal para realizar los ejercicios o pases con sus respectivos elementos acrobáticos. Además, como parte de estos elementos destacan los saltos, las rotaciones, las hiperflexiones de tronco y las posturas hiperlordóticas en la recepción de los saltos.

Considerando en bipedestación como rango de normalidad para la cifosis 20°-40° y para la lordosis 20°-40° (Fon, Pitt, y Thies, 1980; Hellsing et al., 1987; Propst-Proctor y Bleck, 1983; Singer et al., 1990; Santonja y Martínez-Herrada, 1992; Voutsinas y MacEwen, 1986; Willner, 1983), los resultados del presente estudio muestran en bipedestación valores de hiperCIFOSIS leve para la curva dorsal y lordosis lumbar normales, aunque se observan cifosis mayores en los gimnastas y lordosis mayores en las gimnastas.

En estudios previos, Boldori et al. (1999), encuentran diferentes morfotipos raquídeos según el deporte practicado. Observan un menor número de casos de hiperlordosis lumbares en los varones futbolistas y en los nadadores, un mayor número de hiperCIFOSIS en los nadadores y una tendencia a la hipocifosis en los jugadores de baloncesto. Uetake y Ohtsuki (1993), encuentran que en los jugadores de fútbol el grado de cifosis dorsal fue menor que la media, mientras que la lordosis lumbar era normal.

Wojtys et al (2000), observan cómo los adolescentes que practicaban fútbol, gimnasia, hockey, natación y lucha tenían valores mayores de cifosis torácica ( $p < 0.001$ ) y lordosis

lumbar ( $p < 0.05$ ) en comparación con los que practicaban atletismo o voleibol. Los niños que practicaban gimnasia tuvieron los valores más altos de cifosis dorsal ( $42^\circ$ ) y de lordosis lumbar ( $52^\circ$ ).

Sin embargo, es necesario diferenciar entre las distintas modalidades de gimnasia, ya que Ohlén et al. (1989) demostraron una menor cifosis torácica ( $33.1^\circ \pm 8^\circ$ ) y lordosis lumbar ( $35.2^\circ \pm 6.9^\circ$ ) en 64 niñas de gimnasia rítmica con una edad media de 12 años. Al igual que Kums et al., (2007) que observaron menores ángulos de cifosis ( $20.9^\circ \pm 7.4^\circ$ ) y lordosis ( $28.8^\circ \pm 4.9^\circ$ ) en 32 niñas de gimnasia rítmica de elite.

En flexión del tronco, al analizar los resultados se observa que los gimnastas especialistas en trampolín presentan una cifosis dorsal media dentro de las referencias de normalidad (cifosis entre  $40-65^\circ$ ), mientras que para la curva lumbar se observa un morfotipo cifótico leve (cifosis entre  $10-22^\circ$ ). Lo cual puede ser debido a la adaptación de la columna en la realización de los elementos técnicos que incluyen una flexión máxima del tronco.

En sedentación, considerando la normalidad para la cifosis dorsal hasta  $40^\circ$  y para la curva lumbar  $\pm 15^\circ$  (desde una suave lordosis de  $15^\circ$  hasta una cifosis lumbar de  $15^\circ$ ) se observa que la tendencia es a presentar una hipercifosis dorsal leve y a invertir el raquis lumbar de forma moderada. En este caso, la valoración de la sedentación no responde a ningún gesto específico, pero sí que será una posición muy habitual en diferentes estiramientos, así como en algunos ejercicios de entrenamiento de la fuerza dentro de la sala de musculación. Por lo que será importante conocer cuál es la disposición de la columna vertebral en esta posición (Santonja y Martínez-Herrada, 1992).

Así, el entrenador debe tener en cuenta que la adopción de posturas hipercifóticas y de inversión lumbar (cifosis lumbar) mantenidas o repetitivas pueden producir alteraciones en los núcleos de crecimiento de las vértebras en un raquis inmaduro (Santonja y Martínez-Herrada, 1992; Ashton-Miller, 2004), creando acunamientos vertebrales (Santonja y Martínez-Herrada, 1992) o anomalías en platillos vertebrales (Callaghan y McGill, 2001a; Callaghan y McGill, 2001b; Yingling et al. 1997; McGill, 2002). Además, estas posturas hipercifóticas aumentarán la presión sobre la parte anterior del disco intervertebral, lo que provocará el desplazamiento pósteromedial del núcleo pulposo con riesgo de protrusión del mismo y el peligro de producir desgarros sobre el anillo (Cailliet, 1990; Krämer, 1989; Lambrinudi, 1934; Doers y Kang, 1999; Callaghan y McGill, 2001a; Simunic et al., 2001). Por otro lado, estas posiciones y movimientos aumentarán la tensión en las estructuras ligamentosas posteriores, de tal forma que, y en base al fenómeno de fatiga de los tejidos elásticos (Potvin, 1992; Van Dieën et al., 1998), se podrá producir una pérdida de la elasticidad de estos ligamentos, lo que podrá comprometer la estabilidad de la columna vertebral (Green, Grenier y McGill, 2002; Solomonow et al., 1999; Jackson et al., 2001).

Estudios previos han encontrado una relación positiva entre el aumento de la cifosis y de la lordosis y el predominio del dolor de espalda (Christie, Kumar y Warren, 1995; Ohlén et al., 1989; Roncarati y McMullen, 1988; Salminen, Maki, Oksanen y Pentti, 1992; Salminen, Oksanen, Maki, Pentti y Kujala, 1993), así como las patologías en la columna vertebral (Hellstrom, Jacobsson, Swärd y Peterson, 1990; Katz y Scerpella, 2003), lo que confirma el interés de estudiar la disposición de las curvas sagitales del raquis.

Por este motivo, la valoración del morfotipo raquídeo estático (bipedestación y sedentación relajada) y dinámico (flexión del tronco) es necesario para establecer la relación existente entre la postura del raquis con el rendimiento deportivo y poder plantear entrenamientos donde se trabaje: 1) la percepción pélvica, la toma de conciencia de las correctas posturas de la columna vertebral y el correcto esquema corporal; 2) el fortalecimiento la musculatura del tronco y 3) la flexibilidad mediante estiramientos de la musculatura extensora del raquis, isquiosural, psoas iliaco y piramidal.

### **Conclusiones**

Los valores medios del plano sagital de los gimnastas especialistas en trampolín muestran en bipedestación valores de hiper cifosis dorsal y de lordosis normal. En la flexión máxima del tronco se observan valores normales para la cifosis dorsal y valores hiper cifóticos para la curva lumbar. En sedentación se observan valores hiper cifóticos tanto en la curva dorsal como en la lumbar. Los gimnastas presentan tendencia a una mayor cifosis dorsal en bipedestación y en flexión de tronco. Las gimnastas presentan tendencia a una mayor lordosis en bipedestación y menor cifosis lumbar en flexión y sedentación.

Agradecimientos.

Agradecemos la colaboración y predisposición a la Real Federación Española de Gimnasia, a todas sus federaciones y clubes afiliados. Trabajo realizado en el marco de ayudas a la investigación del Consejo Superior de Deportes, con el proyecto “Estudio del morfotipo raquídeo en gimnastas especialistas en la modalidad de trampolín (06/UPR20/08)”.

### **Referencias Bibliográficas**

- Ashton-Miller, J.A. (2004). Thoracic hyperkyphosis in the young athlete: a review of the biomechanical issues. *Current Sports Medicine Report*, 3, 47-52.
- Blanco, E. (1997). Historia de la Gimnasia en Langreo. Langreo (Asturias). Langreo: Patronato Deportivo del Ayuntamiento de Langreo.
- Boldori, L.; Da Soldá, M. & Marelli, A. (1999). Anomalies of the trunk. An analysis of their prevalence in young athletes. *Minerva Pediatrica*, 51, 259-264.
- Boldori, L.; Da Soldá, M. & Marelli, A. (1999). Anomalies of the trunk. An analysis of their prevalence in young athletes. *Minerva Pediatrica*, 51, 259-264.
- Cailliet, R. (1990). Síndromes dolorosos: Dorso. Manual moderno. México: Ediciones Manual Moderno.
- Callaghan, J.P. & McGill, S.M. (2001a). Intervertebral disk herniation: Studies on a porcine model exposed to highly repetitive flexion/extension motion with compressive force. *Clinical Biomechanics*, 16(1), 28-37.
- Callaghan, J.P., & McGill, S.M. (2001b). Low back joint loading and kinematics during standing and unsupported sitting. *Ergonomics*, 44(3), 280-294.
- Christie, H.J.; Kumar, S. & Warren, S.A. (1995). Postural aberrations in low back pain. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 76, 218-224.
- Doers, T.M. & Kang, J.D. (1999). The biomechanics and biochemistry of disc degeneration. *Current Opinion in Orthopedics*, 10(2), 117-121.

- Endler, M.; Haber, P. & Hofner, W. (1980). Spinal deformities and their mechanopathology in oarsmen. *Zeit Orthop Ihre Grenz*, 118(1), 91-100.
- Falter, E.W.; Aigner, R.; Hellerer, O. & Frey, K.W. (1981). Spinal lesions following modified exercises in adolescent high performance gymnasts. *Fortschritte der Medizin*, 99(5), 145-148.
- Ferrer V.; Santonja F.; Canteras M.; Martínez I.; Martínez L.; Carrión M.; Serrano P.A.; (1996). Alteraciones en el aparato locomotor del joven deportista. En V Ferrer, L. Martínez, F. Santonja (eds.), *Escolar, Medicina y Deporte* (369-378). Albacete: Diputación Provincial.
- Fon, G.T., Pitt M.J. & Thies A.C. (1980). Thoracic kyphosis: Range in normal subjects. *American Journal of Roentgenology*, 134: 979-983.
- Gómez, S.; Santonja, F.; Canteras, M.; Sainz de Baranda, P. y Pastor, A. (2002). Morfotipo del raquis en bailarinas. Estudio den bipedestación y en flexión del tronco. *Selección*, 11(4), 274.
- Gozdziewsk, S.; Porwollik, K.; Suder, E.; Porwollik, M. & Trzaska, M. (1989). Occupationally conditioned antero-posterior spinal curvatures among manual workers. *Medycyna Pracy*, 40, 177-182.
- Green, J.P.; Grenier, S.G. & McGill S.M. (2002). Low back stiffness is altered with warm-up and bench rest: implications for athletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 34(7), 1076-1081.
- Hafner, R.H. & Surrey C. (1952). Localised osteochondritis (scheuermann's disease). *Journal Bone Joint Surgery*, 34B, 38-40.
- Harringe, M.L.; Nordgren, J.S.; Arvidsson, I. & Werner, S. (2007). Low back pain in young female gymnasts and the effect of specific segmental muscle control exercises of the lumbar spine: a prospective controlled intervention study. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 15, 1264-1271.
- Hellsing, E.; Reigo, T.; McWilliam, J. & Spangfort, E. (1987). Cervical and lumbar lordosis and thoracic kyphosis in 8, 11 and 15 year-old children. *European Journal of Orthod*, 9,129-138.
- Hellström, M.; Jacobsson, B.; Swärd, L. & Peterson, L. (1990). Radiologic abnormalities of the thoraco-lumbar spine in athletes. *Acta Radiologica*, 31, 127-132.
- Iwakami, T. (1987). Studies on posture of the healthy Japanese child: A classification of postures and their relation to changes in different age groups. *Journal of the Japanase Orthopaedic Association*, 61, 185-196.
- Jackson, J.; Solomonow, M.; Zhou, B.; Baratta, R.V. & Harris, M. (2001). Multifidus EMG and tension-relaxation recovery after prolonged static lumbar flexion. *Spine*, 26(7), 715-723.
- Katz, D.A. & Scerpella, T.A. (2003). Anterior and middle column thoracolumbar spine injuries in young female gymnasts. *The American Journal of Sports Medicine*, 31(4), 611-616.
- Krämer, J. (1989). Síndrome Lumbar. *Patología del disco intervertebral*. Barcelona: Doyma.
- Kujala, U.M.; Salminen, J.J.; Taimela, S.; Oksanen, A. & Jaakkola, L. (1992). Subject characteristics and low back pain in young athletes and nonathletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 24, 627-632.
- Kums, T.; Erelina, J.; Gapeyeva, H.; Pääsuke, M. & Vain, A. (2007). Spinal curvature and trunk muscle tone in rhythmic gymnasts and untrained girls. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 20, 87-95.

- Lafond, D.; Descarreaux, M.; Normand, M.C. & Harrison, D.E. (2007). Postural development in school children: a cross-sectional study. *Chiropractic y Osteopathy*, 15(1), 1-7.
- Lambrinudi, C. (1934). Adolescent and senile kiphosis. *British Medical Bulletin*, 2, 800-804.
- López-Miñarro, P.A.; Sainz de Baranda, P.; Rodríguez-García, P.L. y Ortega, E. (2007). A comparison of the spine posture among several sit-and-reach test protocols. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 10(6), 456-462.
- Martínez-Gallego, F. y Rodríguez-García, P.L. (2005). *Metodología para una Gimnasia Rítmica Saludable*. Madrid: Consejo Superior de Deportes.
- Martínez-Gallego, F.; Pastor, A.; Rodríguez-García, P.L. y Santonja, F. (2002). Disposición estática y dinámica en el plano sagital del raquis en gimnastas rítmica deportiva. *Selección*, 11(4), 270.
- McGill, S.M. (2002). *Low back disorders. Evidence-Based prevention and rehabilitation*. Champaign: Human Kinetics.
- Micheli, L.J. (1979). Low-back pain in the adolescent: differential diagnosis. *American Journal Sports Medicine*, 7, 362-364.
- Ohlén, G.; Wredmark, T. & Spandfort, E. (1989). Spinal sagittal configuration and mobility related to low-back pain in the female gymnast. *Spine*, 14(8), 847-850.
- Pastor, A.; Replinger, R.; Santonja, F. y Ferrer, V. (2002). Estudio del morfotipo sagital de la columna y de la extensibilidad de la musculatura isquiosural en jóvenes ciclistas. *Selección*, 11(4), 275-276.
- Pastor, A.; Santonja, F.; Ferrer, V.; Domínguez, F. y Canteras, M. (2002). Determinación del morfotipo sagital de la columna de jóvenes nadadores de elite españoles. *Selección*, 11(4), 268-269.
- Potvin, J.R. (1992). The influence of fatigue on hypothesized mechanisms of injury to the low back during repetitive lifting. Tesis Doctoral. Universidad de Waterloo.
- Propst-Proctor, S.L. & Bleck, E.E. (1983). Radiographic determination of lordosis and kyphosis in normal and scoliotic children. *Journal of Pediatric Orthopedics*, 3, 344-346.
- Rajabi, R.; Doherty, P.; Goodarzi, M. & Hemayattalab, R. (2008). Comparison of thoracic kyphosis in two groups of elite Greco-Roman and freestyle wrestlers and a group of non-athletic participants. *British Journal of Sports Medicine*, 42, 229-232.
- Roncarati, A. & McMullen, W. (1988). Correlates of low back pain in a general population sample: A multidisciplinary perspective. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 11, 158-164.
- Sainz de Baranda, P., Ferrer, V., Martínez, L., Santonja, F., Rodríguez, P.L., Andújar, P., Carrión, M. y García, M.J. (2001). Morfotipo del futbolista profesional. En A. Díaz, P.L. Rodríguez, y J.A. Moreno (eds.), *Actas del segundo congreso internacional de Educación Física y diversidad* (pp. 293-295). Consejería de Educación y Universidades: Murcia.
- Salminen, J.J.; Maki, P.; Oksanen, A. & Pentti J. (1992). Spinal mobility and trunk muscle strength in 15-year-old schoolchildren with and without low-back pain. *Spine*, 17, 405-411.

- Salminen, J.J.; Oksanen, A., Mak, P., Pentti, J. & Kujala, U.M. (1993). Leisure time physical activity in the young: Correlation with low-back pain, spinal mobility and trunk muscle strength in 15-year-old school children. *International Journal of Sports Medicine*, 14(7), 406-410.
- Santonja F. (1993). Exploración clínica y radiográfica del raquis sagital. Sus correlaciones. Murcia: Secretariado de publicaciones científicas de la Universidad de Murcia.
- Santonja, F. (1996). Las desviaciones sagitales del raquis y su relación con la práctica deportiva. En V. Ferrer, L. Martínez, y F. Santonja (eds.), *Escolar, Medicina y Deporte* (pp.251-268). Albacete: Diputación Provincial.
- Santonja, F., y Martínez-Herrada, J. (1992). Clínica y exploración de las alteraciones axiales del raquis y pelvis. En F. Santonja, e I. Martínez (eds.), *Valoración médico-deportiva del escolar* (pp.207-221). Murcia: Secretariado de publicaciones e intercambio científico de la Universidad de Murcia.
- Santonja, P. y Pastor, A. (2000). Natación y columna. En I. Martínez, F. Santonja (eds), *Deporte y Salud: Actividades físicas y terapias en el medio acuático*. (pp. 57-80) Murcia: Universidad del Mar.
- Saur, P.M.; Ensink, F.M.; Frese, K.; Seeger, D. & Hildebrandt, J. (1996). Lumbar range of motion: reliability and validity of the inclinometer technique in the clinical measurement of trunk flexibility. *Spine*, 21, 1332-1338.
- Scheuermann, H.W. (1920). Kyfosis dorsalis juvenilis. *Ugeskr Laeger*, 82; 385-393.
- Scheuermann, H.W. (1921). Kyfosis dorsalis juvenilis. *Ztschr Orthopaedics Chirp*, 41, 305-317.
- Serna, L.; Santonja, F. y Pastor, A. (1996). Exploración clínica del plano sagital del raquis. *Selección*, 5(2), 88-102.
- Simunic, I.; Broom, D. & Robertson, P. (2001). Biomechanical factors influencing nuclear disruption of the intervertebral disc. *Spine*, 26(11), 1223-1230.
- Singer, K.P.; Jones, T.J. & Breidahl PD. (1990). A comparison of radiographic and computer-assisted measurements of thoracic and thoracolumbar sagittal curvature. *Skeletal Radiology*, 19, 21-26.
- Solomonow, M.; Zhou, B.; Barratta, R.V.; Lu, Y. & Harris, M. (1999). Biomechanics on increased exposure to lumbar injury caused by cyclic loading: part 1. Loss of reflexive muscular stabilization. *Spine*, 24(23), 2426-2441.
- Stagnara, P. (1987). Deformaciones del raquis. Escoliosis, cifosis, lordosis. Barcelona: Masson.
- Sward, L. (1992). The thoracolumbar spine in young elite athletes. Current concepts on the effects of physical training. *Sports Medicine*, 13(5), 357-364.
- Uetake, T. & Ohtsuki, F. (1993). Sagittal configuration of spinal curvature line in sportsmen using Moire Technique. *Okajimas Folia Anatomica Japonica*, 70, 91-103.
- Uetake, T.; Ohtsuke, F.; Tanaka, H. & Shindo, M. (1998). The vertebral curvature of sportsmen. *Journal of Sports Sciences*, 16, 621-628.
- Van Dieën, J.H.; Van der Burg, P.; Raaijmakers, T.A. & Toussaint, H.M. (1998). Effects of repetitive lifting on kinematics: inadequate anticipatory control or adaptive changes?, *Journal of Motor Behavior*, 30, 20-32.
- Voutsinas, S.A. & MacEwen G.D. (1986). Sagittal profiles of the spine. *Clinical Orthopaedics*, 210, 235-242.

- Willner, S. (1983). Spinal pantograph: A noninvasive anthropometric device for describing postures and asymmetries of the trunk. *Journal of Pediatric Orthopedics*, 3, 245-249.
- Wilner, S. & Johnson, B. (1983). Thoracic kyphosis and lumbar lordosis during the growth period in children. *Acta Paediatrica Scandinavica*, 72, 873-878.
- Wilson, F.D. & Lindseth R.E. (1982). The adolescent "swimmer's back". *American Journal of Sports Medicine*, 10(3), 174-176.
- Wojtys, E.; Ashton-Miller, J.; Huston, L. & Moga, P. (2000). The association between athletic training time and the sagittal curvature of the immature spine. *American Journal of Sports Medicine*, 28(4), 490-498.
- Yingling, V.R.; Callaghan, J.P. & McGill, S.M. (1997). Dynamic loading affects the mechanical properties and failure site of porcine spines. *Clinical Biomechanics*, 12(5), 301-305.