



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

---

---

FACULTAD DE MEDICINA  
SECRETARIA DE SALUD  
INSTITUTO NACIONAL DE REHABILITACION  
ESPECIALIDAD EN:

*ORTOPEDIA*

*¿Existen Diferencias en los Parámetros Pélvicos de Mexicanos al Compararlos con Otros Grupos Étnicos?*

**TESIS**

PARA OBTENER EL DIPLOMA DE MEDICO ESPECIALISTA EN:

*ORTOPEDIA*

**PRESENTA:**

*DR. EDUARDO FRANCISCO FELIPE OTERO CÁMARA*

PROFESOR TITULAR

*DR. JUAN ANTONIO MADINAVEITIA VILLANUEVA*

ASESOR

*DR. BARÓN ZÁRATE KALFÓPULOS*



MEXICO, D.F.

FEBRERO 2013



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

---

**DRA. MATILDE L. ENRIQUEZ SANDOVAL**  
DIRECTORA DE ENSEÑANZA

---

**DRA. XOCHIQETZAL HERNANDEZ LÓPEZ**  
SUBDIRECTORA DE POSTGRADO Y EDUCACION CONTINUA

---

**DR. LUIS GÓMEZ VELAZQUEZ**  
JEFE DE ENSEÑANZA MEDICA

---

---

**DR. JUAN ANTONIO MADINAVEITIA VILLANUEVA**  
PROFESOR TITULAR

---

**DR. BARON ZÁRATE KALFÓPULOS**  
ASESOR CLÍNICO

---

**DR. SAMUEL ROMERO VARGAS**  
ASESOR METOLÓGICO

## Agradecimientos

A mi *madre* y mi *padre* por ser mi soporte, mis guías, mi ejemplo a seguir y por enseñarme la forma correcta de ser y actuar.

A mi *familia* por su apoyo continuo e incondicional.

A mis *maestros* y *asesores* por su dedicación y enseñanza.

## Indice

<b>Introducción.....</b>	<b>8</b>
<b>Material y método.....</b>	<b>9</b>
<b>Evaluación radiológica.....</b>	<b>9</b>
<b>Análisis estadístico.....</b>	<b>10</b>
<b>Resultados.....</b>	<b>10</b>
<b>Discusión.....</b>	<b>14</b>
<b>Conclusión.....</b>	<b>15</b>
<b>Referencias.....</b>	<b>16</b>

## ¿Existen Diferencias en los Parámetros Pélvicos de Mexicanos al Compararlos con Otros Grupos Étnicos?

### Resumen

**Introducción.** Los parámetros pélvicos describen la forma anatómica y posición del sacro respecto a la pelvis e influyen en la configuración posicional y alineación sagital de la columna vertebral. Estos parámetros son de crucial relevancia anatómica y clínica. Estos parámetros han sido descritos en poblaciones caucásicas y orientales.

**Objetivo.** El objetivo del presente estudio es realizar una descripción de los parámetros pélvicos en una muestra de individuos sanos mexicanos y comparar las mediciones con las de otros grupos raciales, previamente descritas en la literatura.

**Metodología.** Doscientos dos sujetos sanos voluntarios de origen mexicano participaron en el estudio. Se utilizaron estudios radiográficos simples en proyección lateral de la columna lumbosacra donde se determinaron las mediciones angulares de los siguientes parámetros pélvicos: PT, SS y PI. Los datos obtenidos fueron comparados con valores de referencia publicados previamente en una población racialmente caucásica y otra muestra asiática.

**Resultados.** Las medias de los parámetros analizados fueron PT: 15.78 (-2 - 50), SS:40.89 (8 - 72), y PI:56.68 (28 – 97), observándose un amplio espectro de variación en los resultados. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.005$ ) en los parámetros pélvicos al compararlos con los de la población caucásica y asiática.

**Conclusión.** Este es el primer estudio que describe los parámetros pélvicos en una muestra de individuos mexicanos. Los valores descritos pueden ser útiles como referencia en la práctica clínica en nuestro medio. Las diferencias encontradas podrían ser atribuidas a la etnicidad.

**Palabras clave:** Parámetros pélvicos, alineación sagital de columna vertebral, población mexicana.

## **Are there Differences in Pelvic Parameters of Mexicans in comparison with other ethnic groups?**

### **Abstract**

**Introduction:** the pelvic parameters describe the anatomical shape and positional relationship between the sacrum and pelvis. These parameters determine sagittal balance of the whole spine and only have been described in asiatic and caucasian population.

**Objective:** the objective of this study is to describe the pelvic parameters of a sample of mexican healthy volunteers and compare the values with other ethnic groups previously describe in the literature.

**Methods:** two hundred healthy mexican volunteers were involved in this study. We used simple lateral X-rays of lumbosacral region and measured the following angular values: PT, SS and PI. The data obtained was compare with reference values previously publish in caucasian and asian population.

**Results:** The means of the measured parameters were PT: 15.78 (-2 - 50), SS: 40.89 (8 - 72), y PI: 56.68 (28 – 97), we observed a wide rank in the different values of our study population. We found a statistically significant difference ( $p < 0.005$ ) in the pelvic parameter values among the different population studied.

**Conclusion:** This is the first study that describes the pelvic parameters in a sample of mexican subjects. The described values can be useful as a reference in the clinical practice. The differences described could be attributed to ethnicity.

**Key words:** Pelvic parameters, spine sagittal balance, Mexican population.

## Introducción

Las modificaciones del balance sagital de la columna están asociadas a cambios en la orientación pélvica.<sup>1</sup> Diversos estudios han confirmado que los parámetros pélvicos determinan en gran parte la lordosis lumbar y el balance sagital de la columna vertebral en individuos sanos. Incluso poseen una notable participación en el desarrollo de algunas enfermedades de la columna vertebral del adulto.<sup>1, 2, 3, 4</sup>

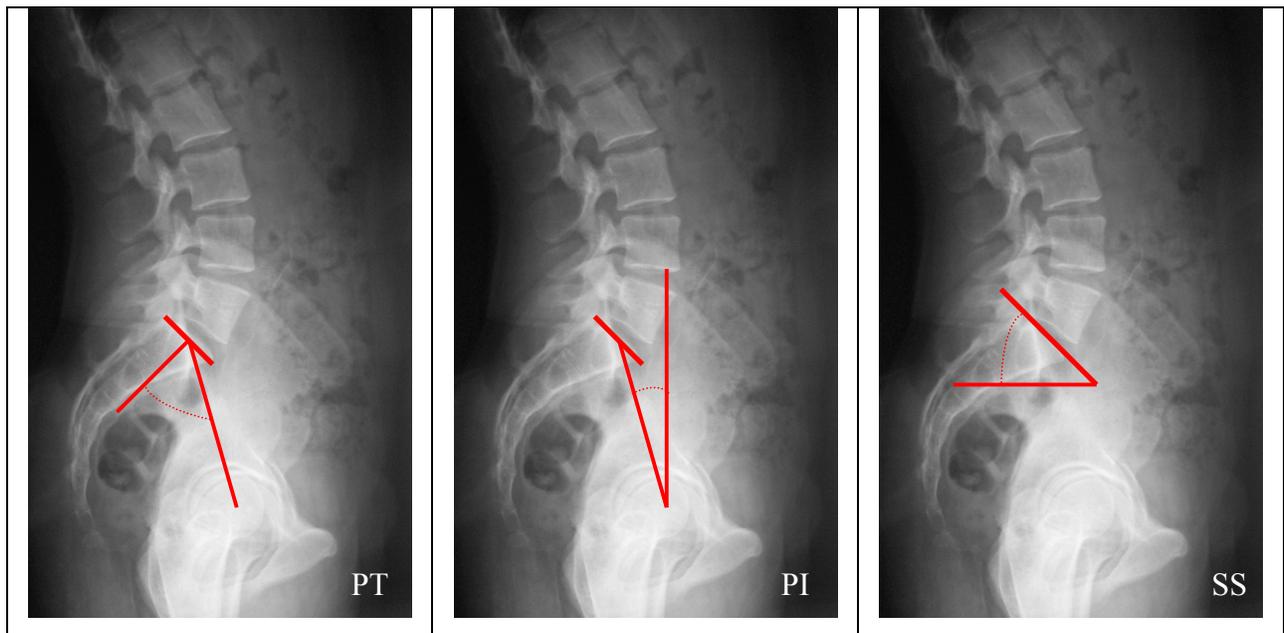
Estos parámetros pélvicos pueden ser analizados radiográficamente en el plano sagital con 3 mediciones angulares bien definidas: pelvic tilt (PT), sacral slope (SS), pelvic incidence (PI). (Figura 1)

El PT es definido como el ángulo entre el plano vertical y la línea que atraviesa el punto medio de la plataforma sacra hacia el centro de las cabezas femorales (Figura 1)

El SS se define como el ángulo entre el plano horizontal y la plataforma sacra (Figura 1).

El PI se define como el ángulo entre la perpendicular de la plataforma sacra en su punto medio y la línea que conecta este punto con las cabezas femorales (Figura 1).

Los tres parámetros pélvicos se encuentran geoméricamente relacionados debido a que comparten puntos de referencia anatómicos, de tal manera que:  $PT + SS = PI$ .<sup>1</sup>



**Figura 1. Medición de parámetros pélvicos.**

Estas mediciones han sido bien documentadas en la población caucásica<sup>2, 3, 5, 6, 7, 8</sup> y asiática<sup>9</sup> mediante descripción de sujetos voluntarios sanos. (Ver tabla 1 y 2) Sin embargo, las diferencias étnicas constituyen un factor significativo no sólo al momento de describir los datos antropométricos, sino que pueden afectar su interpretación al momento de aplicarlos en un grupo étnico distinto.<sup>10</sup> Dada esta importancia, los parámetros espino-pélvicos requieren ser descritos diferencialmente según el origen étnico.

El objetivo del presente estudio es realizar una descripción de los parámetros pélvicos en una muestra de individuos sanos mexicanos y comparar las diferencias existentes con los datos previamente descritos y publicados en población caucásica y oriental.

### **Material y métodos**

Se trata de un estudio transversal, cuya muestra consistió en doscientos dos (n=202) individuos sanos, voluntarios de origen mexicano. Los sujetos debían cumplir los siguientes criterios: Ser descendientes de padres y abuelos mexicanos, tanto por la rama materna como la paterna. Fueron excluidos del estudio los sujetos con cualquier tipo de cirugía espinal o de cadera previa, portadores de cualquier síndrome musculoesquelético o discrepancia de miembros pélvicos (>2 cm).

De cada sujeto se obtuvo la siguiente información: edad, género y radiografía en proyección lateral de región lumbosacra con el sujeto en bipedestación para obtener los parámetros pélvicos PT, SS y PI.

El estudio se llevó a cabo en el servicio de cirugía de columna vertebral del Instituto Nacional de Rehabilitación con aprobación del comité local de investigación y bioética. Así mismo, se obtuvo consentimiento informado de participación en el estudio por parte de todos los sujetos voluntarios.

### *Evaluación radiológica*

Cada individuo contaba con una radiografía lumbosacra de 30 x 90 cm en proyección lateral, impresa en acetato, que se realizó con el sujeto estando de pie, con las rodillas extendidas y con los brazos en flexión al frente. Se prestó especial atención en el hecho de que el estudio radiográfico incluyera ambas cabezas femorales. Si las cabezas femorales no se sobreponían en la imagen radiográfica, de forma alternativa se tomó

como referencia el punto medio de la línea que conectaba el isocentro de ambas cabezas femorales.

Los siguientes parámetros radiológicos fueron medidos: PT, SS y PI. Los cuales se encuentran expresados en ángulos. Las mediciones fueron realizadas manualmente en dos ocasiones distintas por dos individuos independientes expertos en columna vertebral (EOC) (SRV), con técnica manual sobre el estudio radiográfico montado en un negatoscopio de luz LED (se determinó la concordancia intra e inter observador).

### *Análisis Estadístico*

Se determinó la media, rango y desviación estándar para cada parámetro. Se comprobó la distribución normal de los datos mediante prueba de Kolmogorov-Smirnoff.

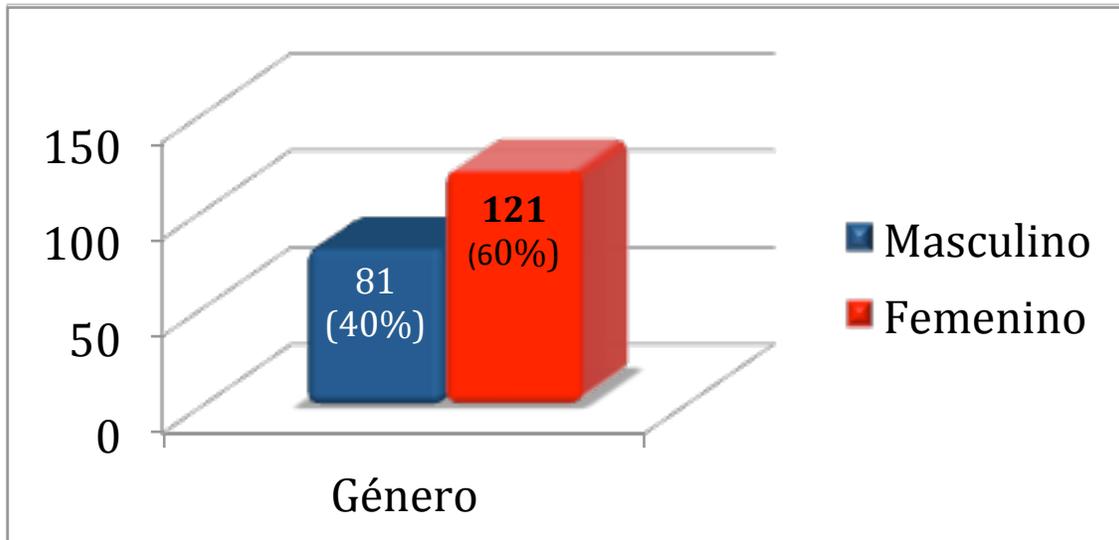
Los grupos controles están constituidos por uno de origen caucásico conformado por 160 sujetos de origen francés,<sup>11</sup> y otro grupo de origen asiático conformado por 86 individuos sanos de nacionalidad coreana.<sup>9</sup>

Se determinó el coeficiente de correlación intraclase para evaluar la concordancia intra e interobservador. Se compararon las medias de nuestra población con los datos de referencia obtenidos para cada uno de los grupos controles mediante prueba T de Student. Se compararon las medias entre los tres grupos usando la prueba de ANOVA. Se determinó una significancia estadística con valores de  $P = <0.05$ . Todos los análisis estadísticos se realizaron con el software estadístico SPSS, versión 15.0 (SPSS Inc., Chicago, IL).

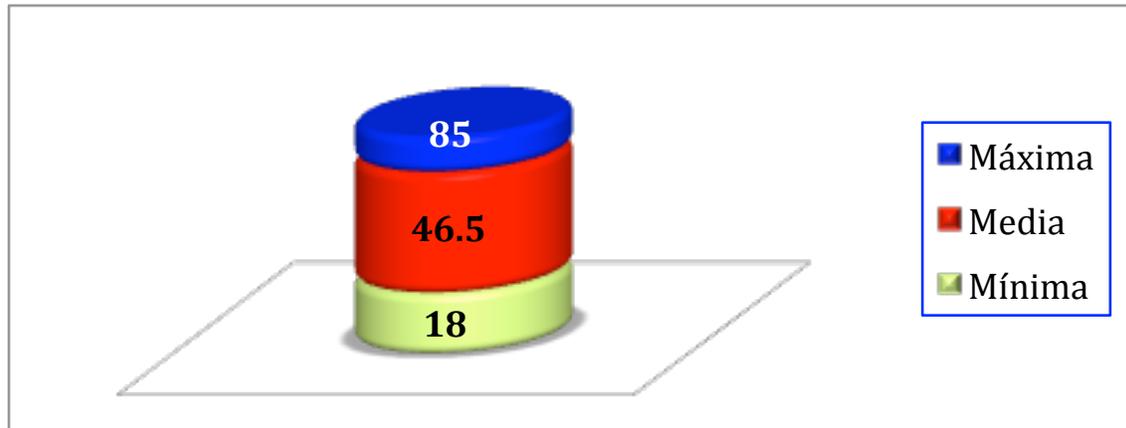
### **Resultados**

La concordancia inter e intra observador fue calculada para cada parámetro medido. Ambas resultaron excelentes con un coeficiente de correlación intraclase de 0.97 (0.89-1.00) y 0.97 (0.88-1.00), demostrándose fiabilidad intra e interobservador.

Un total de 202 individuos mexicanos ( $n=202$ ) fueron incluidos en el estudio. La distribución por género fue de 81 masculinos (40%) y 121 femeninos (60%) (Figura 2). El rango de la edad fue de 18-85 años (46.5 años) (Figura 3).



• **Figura 2.** Distribución por género.



EI

• **Figura 3.** Distribución por rango de edad: 18-85 años (46.5 años).

La distribución de los datos de nuestra muestra presentó una distribución normal (gausiana). En la tabla 1 se muestran los valores angulares de los parámetros pélvicos en la muestra de población mexicana.

Parámetro	Media	DS	Mínimo	Máximo
Pelvic Tilt	15.78	8.39	-2.0	50
Sacral Slope	40.89	10.59	8	72
Pelvic incidence	56.68	13.37	28	97

**Tabla 1. Parámetros pélvicos en una muestra de 202 sujetos mexicanos sanos**

Los valores de los parámetros pélvicos de nuestra muestra fueron comparados con un grupo control de caucásicos compuesto por 160 individuos sanos (86 mujeres y 74 varones) con un promedio de edad de 27 años, cuyos datos se suman en la tabla 2.

<b>Parámetro</b>	<b>Media</b>	<b>DS</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
<b>Pelvic Tilt</b>	11.99	6.46	-5.06	30.59
<b>Sacral Slope</b>	39.92	8.17	21.22	65.9
<b>Pelvic Incidence</b>	51.91	10.71	33.75	83.72

**Tabla 2. Parámetros pélvicos en una muestra de 160 sujetos caucásicos sanos**

Se puede observar como las medias de los valores de PT (11.99 vs 15.78) y PI (51.91 vs 56.68) son mayores en la muestra de individuos mexicanos. Mientras que para el SS (39.92 vs 40.89) las diferencias son mínimas.

La comparación muestra diferencias estadísticamente significativas entre los grupos al comparar el PT ( $P < 0.0001$ ) con un intervalo de confianza 95% (-5.3714 a -2.2086).

La media de PI también resultó mayor en el grupo de sujetos mexicanos con significancia estadística ( $P < 0.0003$ ) con intervalo de confianza 95% para esta diferencia de (-7.3230 a -2.2170). Los valores de las medias de SS en ambos grupos resultaron similares y no se demostraron diferencias significativas ( $P < 0.3402$ ).

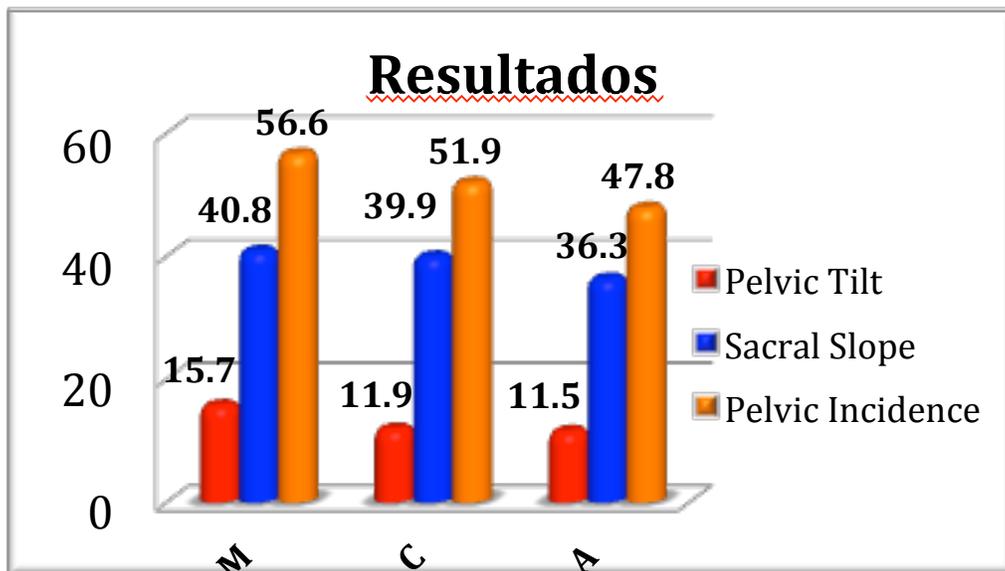
El otro grupo control se conformó por 86 sujetos sanos de raza oriental (32 mujeres y 52 varones), voluntarios sanos con un promedio de edad de 28 años (19-39) y un peso promedio de 64 kg. (9) Los valores de los parámetros pélvicos de este grupo se suman en la tabla 3.

Parámetro	Media	DS	Mínimo	Máximo
Pelvic Tilt	11.5	5.3	-6.0	24
Sacral Slope	36.3	7.8	12	55
Pelvic Incidence	47.8	9.3	24	66.5

**Tabla 3. Parámetros pélvicos en una muestra de 86 sujetos coreanos sanos.**

Al comparar los valores de nuestra muestra con la población asiática se puede observar que las diferencias se incrementan, observándose las siguientes medias: PT (11.5 vs 15.78), SS (36.3 vs 40.89) y PI (47.8 vs 56.68).

Al realizar el análisis estadístico se comprueban diferencias significativas que son consistentes en todos los parámetros pélvicos: PT ( $P < 0.0001$ ) con un intervalo de confianza 95% (-6.2071 a -2.3529), SS ( $P < 0.0003$ ) IC 95% (-7.0847 a -2.0953) y PI ( $P < 0.0001$ ) con IC 95% para esta diferencia de (-11.9977 a -5.7623). Al comparar las medias de los 3 grupos para los 3 diferentes grupos, consistentemente se observan diferencias estadísticamente significativas en los 3 parámetros pélvicos ( $P < 0.005$ ) (Tabla 4).



**Tabla 4. Comparación de resultados finales entre los grupos muestra.**

## Discusión

El origen étnico posee un importante rol en la diferenciación de los valores antropométricos; previamente se han descrito múltiples diferencias en la constitución física de origen interracial<sup>12</sup>

La importancia de los parámetros pélvicos radica en que describen la forma anatómica y posición del sacro respecto a la pelvis e influyen en la configuración posicional y alineación sagital de la columna vertebral;<sup>1, 13-14</sup> se ha descrito la participación de los parámetros pélvicos en la etiología de diversas enfermedades en la columna vertebral del adulto, algunos autores han propuesto<sup>14-16</sup> que valores elevados de PI podrían predisponer al desarrollo de espondilolistesis.

En la práctica clínica, los parámetros pélvicos son de cardinal importancia sin embargo, los valores de referencia utilizados provienen de descripciones transversales en sujetos caucásicos o asiáticos.

Los resultados del presente estudio demuestran que los parámetros pélvicos son altamente variables entre los individuos, en esta muestra de 202 individuos al igual que en los grupos control,<sup>9, 11</sup> se observaron rangos muy amplios en los diferentes valores angulares. Aunque existen publicados valores de referencia catalogados como “normales”, consideramos que esto constituye una visión simplista ante la gran variabilidad de diferencias antropométricas individuales.

Al comparar los valores de muestra población con la referencia caucásica observamos, que los valores del parámetro PI aumentan, al igual que el PT. Esto se explica por la relación interdependiente y geométrica que poseen los parámetros pélvicos. La interpretación anatómica es la siguiente: Si las cabezas femorales se sitúan en una posición relativamente mas anterior, la consecuencia será que el valor de PT se expresará con valores angulares mayores sin que esto afecte el SS, pero si con una implicación sobre el valor total del PI.

Al tomar como referencia al grupo de asiáticos se observa una notable elevación de los valores angulares en la totalidad de los parámetros pélvicos. El autor de la serie coreana provee información respecto al peso promedio de la población estudiada que fue de 64 kg, mientras que en nuestro grupo fue de 72 kg. Atribuir las diferencias

observadas al peso o al índice de masa corporal, constituye sólo una especulación debido al diseño transversal de ambos estudios. Sin embargo, se puede afirmar que hay diferencias estadísticamente significativas entre los distintos grupos étnicos analizados.

Aunque existen cambios característicos y notables de la alineación sagital de la columna vertebral con el envejecimiento,<sup>6</sup> los parámetros pélvicos poseen una variabilidad mínima con el paso de los años, según ha quedado demostrado en diversas publicaciones recientes.<sup>14,17</sup> Reconocemos que las diferencias en las medias de edad entre los grupos comparados son notables, definitivamente en el aspecto de la edad los grupos no son homogéneos al ser nuestros pacientes mas añosos; sin embargo, consideramos que difícilmente este factor podría explicar las significativas diferencias observadas en los valores angulares de ambos grupos.

Este trabajo constituye la primera publicación en la que se describen los parámetros pélvicos en una población de individuos mexicanos, las diferencias observadas en los valores de los parámetros pélvicos podrían atribuirse a la etnicidad de los diferentes grupos. Independientemente de la causa de las diferencias, los datos presentados pueden servir como referente en la práctica clínica de nuestro medio.

Consideramos necesario para investigaciones futuras, el explorar otros parámetros como la alineación sagital total de toda la columna vertebral, en busca de diferencias étnicas.

## **Conclusiones**

Al comparar los valores de parámetros pélvicos de las diferentes muestras poblacionales analizadas, se demostró que existen diferencias estadísticamente significativas, las cuales podrían ser atribuidas al origen étnico de los participantes.

## Referencias

- 1) **Legaye J, Duval-Beaupere G, Hecquet J, Marty C.** Pelvic incidence: a fundamental pelvic parameter for three-dimensional regulation of spinal sagittal curves. *Eur Spine J* 1998; 7: 99-103.
- 2) **During J, Goudfrooij H, Keessen W, Beeker TW, Crowe A.** Toward standards for posture. Postural characteristics of the lower back system in normal and pathologic conditions. *Spine* 1985; 10: 83-87.
- 3) **Duval-Beaupere G, Schmidt C, Cosson P.** A Barycentremetric study of the sagittal shape of spine and pelvis: the conditions required for an economic standing position. *Ann Biomed Eng* 1992; 20:451-462.
- 4) **Vialle R, Levassor N, Rillardon L, Templier A, Skalli W, Guigui P.** Radiographic analysis of the sagittal alignment and balance of the spine in asymptomatic subjects. *J Bone Joint Surg Am* 2005; 87:260-267.
- 5) **Duval-Beaupere G, Robain G.** Visualization on full spine radiographs of the anatomical connections of the centres of the segmental body mass supported by each vertebra and measured in vivo. *Int Orthop* 1987; 11:261-269.
- 6) **Gelb D, Lenke L, Bridwell K, Blanke K, McEneaney K.** An analysis of sagittal spinal alignment in 100 asymptomatic middle and older aged volunteers. *Spine* 1995; 20: 1351-1358.
- 7) **Guigui P, Levassor N, Rillardon L, Wodecki P, Cardinne L.** Physiological value of pelvic and spinal parameters of sagittal balance: analysis of 250 healthy volunteers. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 2003; 89:496-506.

- 8) **Hammerberg E, Wood K.** Sagittal profile of the elderly. *J Spinal Disord Tech* 2003; 16:44-50.
- 9) **Lee CS, Chung SS, Kang KC, Park SJ, Shin SK.** Normal patterns of sagittal alignment of the spine in young adults radiological analysis in a Korean population. *Spine* 2011; 9.
- 10) **Bolstad G, Benu, B, Rokne A.** Anthropometry of Norwegian light industry and office workers. *Appl. Ergon.* 2001; 32: 239–246.
- 11) **Roussouly P, Gollogly S, Berthonnaud E, Dimmet J.** Classification of the normal variation in the sagittal alignment of the human lumbar spine and pelvis in the standing position. *Spine* 2005; 3: 346-353.
- 12) **De Onis M, Habicht J.** Anthropometric reference data for international use: recommendations from a World Health Organization Expert Committee. *Am J Clin Nutr* 1996; 64:650-658.
- 13) **Descamps H, Commare-Nordmann M, Marty C, et al.** Modification of pelvic angle during the human growth in French. *Biom Hum Anthropol* 2001; 17: 59-63.
- 14) **Marty C, Boisauvert B, Descamps H, et al.** The sagittal anatomy of the sacrum among young adults, infants, and spondylolisthesis patients. *Eur Spine J* 2002; 11:119-125.
- 15) **Labelle H, Roussouly P, Berthonnaud E, Dimnet J, O'Brien M.** The importance of spino-pelvic balance in L5-S1 developmental spondylolisthesis: a review of pertinent radiologic measurements. *Spine* 2005; 30:S27-S34.
- 16) **Roussouly P, Berthonnaud E, Transfeldt E, O'Brien M, Chopin D, et al.** Spondylolisthesis, pelvic incidence, and spinopelvic balance: a correlation study. *Spine* 2004; 29:2049-2054.

17) **Jackson R, Hale C.** Congruent spinopelvic alignment on standing lateral radiographs of adult volunteers. *Spine* 2000; 25:2808-2815.