



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**  
**FACULTAD DE MEDICINA**

---



**DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**

**INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL**  
**DELEGACION SUR DEL DISTRITO FEDERAL**  
**UMAE HOSPITAL DE ESPECIALIDADES CMN SIGLO XXI**

**TITULO**

**ALTERACIONES EN EL BALANCE SAGITAL Y CORONAL  
EN LA PATOLOGÍA Y LA RECONSTRUCCIÓN DE LA  
COLUMNA VERTEBRAL, EN BASE A LOS PARÁMETROS  
MORFOLÓGICOS ESPINO-PÉLVICOS.**

**TESIS QUE PRESENTA**

**DR MIGUEL ANGEL VENEGAS CRUZ**  
**PARA OBTENER EL DIPLOMA EN LA ESPECIALIDAD EN**

**NEUROCIROGIA**

**ASESOR: DR CARLOS MIGUEL ZAMORANO BORQUEZ**



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. Diana G. Menez Díaz  
Jefe de la División de Educación en Salud  
UMAE Hospital de Especialidades CMN SXXI

---

Dr. Gerardo Guinto Balanzar  
Jefe de Servicio de Neurocirugía  
UMAE Hospital de Especialidades CMN SXXI

---

Dr. Carlos Miguel Zamorano Borquez  
Médico Adscrito del Servicio de Neurocirugía  
UMAE Hospital de Especialidades CMN SXXI



**Dirección de Prestaciones Médicas**  
Unidad de Educación, Investigación y Políticas de Salud  
Coordinación de Investigación en Salud



**Dictamen de Autorizado**

Comité Local de Investigación y Ética en Investigación en Salud **3601** con número de registro **13 CI 09 015 184** ante COFEPRIS

HOSPITAL DE ESPECIALIDADES DR. BERNARDO SEPULVEDA GUTIERREZ, CENTRO MEDICO NACIONAL SIGLO XXI, D.F. SUR

FECHA **05/07/2016**

**DR. CARLOS MIGUEL ZAMORANO BORQUEZ**

**P R E S E N T E**

Tengo el agrado de notificarle, que el protocolo de investigación con título:

**Alteraciones en el balance sagital y coronal en la patología y la reconstrucción de la columna vertebral, en base a los parámetros morfológicos espino-pélvicos.**

que sometió a consideración de este Comité Local de Investigación y Ética en Investigación en Salud, de acuerdo con las recomendaciones de sus integrantes y de los revisores, cumple con la calidad metodológica y los requerimientos de Ética y de investigación, por lo que el dictamen es **A U T O R I Z A D O**, con el número de registro institucional:

Núm. de Registro
R-2016-3601-128

ATENTAMENTE

**DR. (A) CARLOS FREDY CUEVAS GARCÍA**

Presidente del Comité Local de Investigación y Ética en Investigación en Salud No. 3601

**IMSS**

SEGURIDAD Y SOLIDARIDAD SOCIAL

# Índice

<b>Resumen</b>	<b>5</b>
<b>Introducción</b>	<b>7</b>
<b>Justificación</b>	<b>12</b>
<b>Planteamiento del problema</b>	<b>13</b>
<b>Objetivo</b>	<b>15</b>
<b>Material y métodos</b>	<b>17</b>
<b>Resultados</b>	<b>21</b>
<b>Discusión</b>	<b>27</b>
<b>Conclusiones</b>	<b>33</b>
<b>Anexos</b>	<b>34</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>39</b>

## **RESUMEN**

**INTRODUCCION:** Existen diferentes medidas que han sido usadas para evaluar el balance sagital entre ellas: La incidencia pélvica, la pendiente sacra, la inclinación pélvica, la lordosis segmentaria y la alineación sagital espinal. En este estudio se evalúa el balance sagital y coronal en la patología y la reconstrucción de la columna vertebral, en base a los principios de biomecánica y parámetros morfológicos espino-pélvicos.

**MATERIAL Y METODOS:** Se analizarán los resultados de la medición de los parámetros espino pélvicos en radiografías simples en proyección lateral de 20 pacientes con patología lumbar degenerativa que sean atendidos en el servicio de Neurocirugía del Hospital de Especialidades del Centro Médico Nacional Siglo XXI, excluyendo a aquellos que han sido sometidos a algún procedimiento quirúrgico previo fuera de la institución.

**RESULTADOS:** Se obtuvo una población donde 63% fueron mujeres y el 37% hombres con una media de edad de 65 años, 41% entre el grupo de edad entre 61 y 70 años, el síntoma más frecuente fue el dolor radicular en 50% de los pacientes y el tipo de columna de acuerdo a los valores espino pélvicos más observado fue el Tipo III, se observó el restablecimiento de los parámetros espino pélvicos en (100%), sin embargo solo el 40 % de los pacientes se encontraron asintomáticos.

**DISCUSION:** El análisis del balance sagital y coronal de la columna lumbosacra y su restablecimiento postquirúrgico es importante para la mejoría de los síntomas y se asocia a menos complicaciones relacionadas con su desbalance.

**CONCLUSIONES:** El análisis preoperatorio del balance sagital y coronal de la columna lumbosacra en la patología degenerativa es indispensable para planear el tratamiento quirúrgico con fusión lumbar posterior.

1.-Datos del alumno	
Apellido paterno	Venegas
Apellido materno	Cruz
Nombre	Miguel Ángel
Teléfono	5530102407
Universidad	Universidad Nacional Autónoma de México.
Facultad	Facultad de Medicina
Carrera	Médico cirujano
No. de cuenta	300175584
2.-Datos del asesor	
Apellido paterno	Zamorano
Apellido materno	Bórquez
Nombre	Carlos Miguel
3.- Datos de la tesis	
Título	Alteraciones en el balance sagital y coronal en la patología y la reconstrucción de la columna vertebral, en base a los parámetros morfológicos espino-pélvicos.
No. de paginas	
Año	2017
Número de registro	R-2016-3601-128

## **INTRODUCCION:**

### **MARCO TEORICO**

La adquisición de la posición de bipedestación permitió a los seres humanos un desarrollo intelectual, tecnológico y social, esta transición se logró únicamente a través de adaptaciones morfológicas, especialmente en las extremidades inferiores, la pelvis y la columna vertebral. A diferencia de otros vertebrados la columna vertebral humana comprende curvas que permiten que el tronco pueda mantenerse en una posición erguida, por lo que la lordosis lumbar no se encuentra en ninguna otra especie.<sup>1-2</sup> La pelvis cambio de una estructura elongada, llamada en tensión; típica de los cuadrúpedos a una estructura llamada en presión, típica de los animales bípedos, Además de la adaptación de la pelvis, la aparición de las curvaturas de la columna permitieron establecer un balance estable y económico en términos del estrés aplicado a las estructuras musculo-ligamentaria y a la contracción muscular necesarias para mantener dicho balance. Para que un individuo este de pie es necesario que las proyecciones del centro de la masa corporal en el plano sagital se encuentren por detrás de los metatarso a nivel del astrágalo, y por delante de los talones que es la base de apoyo.<sup>3</sup>

En la bipedestación se puede considerar a la pelvis como una extensión de la columna vertebral, por lo que se conoce como la vértebra pélvica ya que tiene conexión con la columna vertebral y las extremidades inferiores, en una proyección lateral la línea de gravedad se encuentra ligeramente por detrás de ambas cabezas femorales y en el plano coronal en una línea equidistante entre ambas cabezas femorales y el centro del sacro. El manejo dinámico de esta posición es esencial, cualquier desbalance produce efectos negativos que pueden producir dolor y alteraciones anatómicas. En la posición de bipedestación la meseta sacra se convierte en una base para la columna vertebral con una inclinación espacial ligeramente hacia adelante que dicta la posición de fijación de la

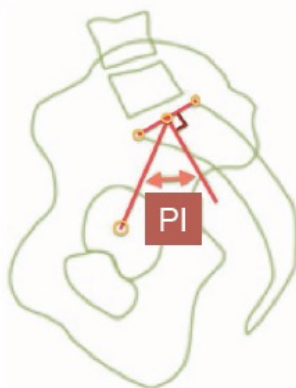


columna lumbar y consecutivamente del resto de la columna vertebral. Existen diferentes mecanismo que compensan las alteraciones dinámicas de esta distribución entre los que se encuentran contracción de los músculos espinales posteriores, retroversión de la pelvis alrededor de las cabezas femorales, hiperextensión de la cadera así como la flexión de las rodillas, sin embargo conforme el desbalance progresa los mecanismos de compensación fallan y se presentan datos clínicos y radiológico que desarrollan trastornos degenerativos.

Existen diferentes medidas que han sido usadas para evaluar el balance sagital entre ellas: La incidencia pélvica, la inclinación pélvica, la pendiente sacra, la lordosis segmentaria y la alineación sagital espinal.<sup>4-6</sup>

Incidencia pélvica:

El ángulo de incidencia (PI) permite el análisis de las características anatómicas de la pelvis en el plano sagital. Se define como dos puntos notables y una superficie, siendo la cabeza femoral responsable de la transmisión de las limitaciones de la pelvis a los miembros inferiores tomándose este punto en consideración.



El valor de este ángulo de incidencia es de 48 a 55 grados, sin embargo el ángulo de incidencia es una característica anatómica única para cada individuo que se convierte en fija al final del crecimiento, independientemente de su posición. Por lo que se comporta como un determinante anatómico de la posición de la pelvis en cada individuo. La

incidencia pélvica (PT) determina la posición relativa de la meseta sacra en relación con las cabezas femorales. Los pacientes con una incidencia pélvica muy baja representan una pelvis con un anillo pélvico muy corto en el diámetro antero-posterior siendo esta una pelvis vertical. Las cabezas femorales están justo debajo de la meseta sacra, inversamente una pelvis con una incidencia pélvica de alto grado tiene un eje antero-posterior grande, tratándose de una pelvis horizontal grande. En el plano sagital las cabezas femorales se colocan por delante del punto medio de la meseta sacra. Para finalizar en pacientes con muy baja incidencia pélvica, la morfología de la pelvis humana se cierra a la pelvis de los grandes primates. Como se mencionó anteriormente, la forma vertical esta menos adaptada a la verticalidad. De esta manera, una pelvis vertical tiene una pendiente sacra baja y, por lo tanto, una baja capacidad de inclinación de la pelvis, por el contrario, una pelvis horizontal tiene una alta pendiente sacra y mayores posibilidades de retroversión.

Inclinación pélvica:

La inclinación de la pelvis y la pendiente del sacro son dos ángulos directamente correlacionados con el ángulo de incidencia de la pelvis. El ángulo de incidencia es la suma algebraica de dos ángulos: la inclinación de la pelvis y la pendiente del sacro.



La inclinación de la pelvis es el ángulo entre la línea vertical y una línea de la cabeza femoral al punto medio del sacro, que indica la orientación espacial de la pelvis que varía

según la posición, con mayor o menor grado de inclinación hacia adelante o hacia atrás en relación con un eje transversal que pasa a través de las dos cabezas femorales. En posición de pie, el ángulo de inclinación de la pelvis media, que está abierto en la parte posterior, es de 12 a 18 grados. A medida que aumenta la inclinación de la pelvis, la meseta sacra se convierte cada vez más horizontal, mientras que el cuerpo del sacro se convierte en vertical. En esta posición el acetábulo cubre casi por completo la cabeza femoral hacia la parte posterior lo que limitara la extensión.

Otro parámetro es la pendiente del sacro la cual es el ángulo de la meseta sacra a la horizontal, el grado de la pendiente sacra determina la posición de la columna lumbar desde la meseta sacra ya que esta forma la base de la columna vertebral.

Poca atención se la ha dado a la compensación pélvica como una correlación con la lordosis lumbar y la evolución de la alineación espinal sagital. Las correlaciones significativas muestran que el balance sagital espinal, la lordosis lumbar segmentaria total y la translación sacra están todas inter-relacionadas.<sup>7</sup>

Si la lordosis lumbar disminuye la línea de plomada de C7 tiende a caer más adelante del sacro con una correlación negativa entre la lordosis lumbar y el balance sagital espinal, alterando el balance sagital de toda la Columna vertebral.<sup>8-10</sup> El cuerpo compensa la pérdida de la lordosis con aumento de la rotación posterior alrededor del axis de la cadera con una correlación negativa entre la lordosis lumbar y la traslación sacra, por lo que rotar la pelvis hacia atrás haciendo que el sacro vaya más atrás del axis de la cadera es un intento para disminuir la distancia entre la línea de ploma de C7 y el sacro<sup>11</sup>, pero este mecanismo no es perfecto, ya que tiene repercusiones en la evolución clínica y radiológica de los pacientes, clínicamente es importante porque si un paciente pierde lordosis lumbar y movilidad en la columna lumbar como un paciente con espondilitis anquilosante o con una fusión lumbar previa, va a ser necesario para la pelvis rotar

alrededor de la cadera para compensar el balance sagital espinal porque no podrá ajustar la lordosis lumbar, sin embargo pacientes con limitación para la rotación de la cadera por una disminución en el rango de movimiento de la cadera desarrollaran desbalance sagital con mínimos cambios en la lordosis lumbar y el ejemplo extremo es el síndrome de espalda plana que está producido por perdida de la lordosis lumbar que causa disminución del rango de movimiento de la columna y disminución del balance sagital que pone a los músculos erectores de la columna en una desventaja posicional.<sup>12</sup>

La lordosis lumbo-pélvica total es una medida que toma en cuenta las dos cosas la lordosis lumbar y la posición sacro-pélvica alrededor del axis de la cadera.<sup>13</sup> Si una fusión lumbar deja a un paciente en una posición en que la rotación de la pelvis alrededor del eje de la cadera no puede corregir el balance sagital y la línea de plomada de C7 se mantiene por delante de la esquina superior del sacro el paciente puede desarrollar un síndrome de espalda plan.

Se han identificado varias causas incluyendo la perdida de la lordosis posterior a fusión lumbar y el mejor tratamiento para este problema es la prevención. En este estudio se evalúa el balance sagital en los pacientes con enfermedad lumbar degenerativa y como se modifican posteriores al tratamiento quirúrgico, así como la incidencia del Síndrome de Espalda plana.<sup>14-15</sup>

## **JUSTIFICACIÓN**

Existe literatura suficiente que apoya que las alteraciones en el balance sagital y coronal de la columna vertebral son un factor predisponente para desarrollar patología degenerativa de la columna lumbosacra, sin embargo existe poca evidencia que relaciona la restauración del balance sagital y coronal con la evolución postquirúrgica de los pacientes con fusión lumbar y la importancia de la aplicación clínica en la práctica diaria del Neurocirujano que prevendría el desarrollo de pacientes con dolor lumbar crónico y síndrome de espalda plana.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Se evaluarán las alteraciones del balance sagital y coronal en la patología y la reconstrucción de la columna vertebral así como identificar los síntomas y factores relacionados al desarrollo de complicaciones secundarios a la falta de restablecimiento del balance espino pélvico.

## **PREGUNTA DE INVESTIGACION**

¿Cuál es el balance sagital y coronal de los pacientes con patología lumbar degenerativa atendidos en el Hospital de Especialidades” Dr. Bernardo Sepúlveda” Centro Médico Nacional Siglo XXI, del Servicio de Neurocirugía en el periodo de 2010-2016 en el preoperatorio y en el postoperatorio?

## **OBJETIVO**

### **OBJETIVO PRIMARIO**

Se evaluará el balance sagital y coronal en la patología y la reconstrucción de la columna vertebral y la relación con signos y síntomas desarrollados por los pacientes en el preoperatorio y en postoperatorio.

### **OBJETIVO SECUNDARIO**

Se determinarán otros factores (edad, sexo, tipo de fusión, etc.) asociados a la alteración del balance sagital y coronal espino pélvico.



## **HIPÓTESIS**

Consideramos que la alteración del balance sagital y coronal en la patología y la reconstrucción de la columna vertebral puede ser evaluada mediante mediciones espino-pélvicas en las radiografías simples y relacionarse con síntomas y complicaciones específicas en los pacientes con cirugía de instrumentación lumbar.

## **MATERIAL Y METODOS**

Se encontraron 55 pacientes con patología lumbar degenerativa operados en el servicio de neurocirugía del Hospital de Especialidades del Centro Médico Nacional Siglo XXI en el periodo de 2010 a 2016, de los cuales de acuerdo a los criterios de inclusión y exclusión se recolectaron 21 pacientes con expediente clínico y radiológico completos, en estos pacientes se analizaron los resultados de la medición de los parámetros espino pélvicos en radiografías simples en proyección lateral, excluyendo a aquellos que han sido sometidos a algún procedimiento quirúrgico previo fuera de la institución.

Se realizó la medición antes de la instrumentación en las radiografías simples en proyección lateral y posterior al procedimiento quirúrgico de instrumentación lumbar mediante el uso del programa de medición del sistema IMPAX.

Se analizó la incidencia pélvica, la inclinación pélvica, la pendiente sacra y la lordosis segmentaria en relación a la edad, el índice de masa corporal, el sexo, la altura y el peso. La variable de desenlace será la variación en grados de los ángulos espino pélvicos preoperatorios y postoperatorios.

Se realizó un análisis comparando la incidencia pélvica, la inclinación pélvica, la pendiente sacra y la lordosis segmentaria de los pacientes en el preoperatorio y postoperatorio realizando pruebas de normalidad.

1.- Diseño:

Estudio retrospectivo, transversal y comparativo.

2.- Universo de trabajo:

El universo de estudio se compondrá por los sujetos adultos con patología lumbar degenerativa atendidos en el Servicio de Neurocirugía del Hospital de Especialidades “Dr. Bernardo Sepúlveda” Centro Médico Nacional Siglo XXI, entre los años 2010-2016.

### 3.- Criterios de Selección:

#### a.- Inclusión:

- Sujetos derechohabientes del Instituto Mexicano del Seguro Social
- Con diagnóstico de enfermedad lumbar degenerativa.
- Edad igual o mayor a 18 años al momento del diagnóstico
- Sometidos a tratamiento quirúrgico, en el Servicio de Neurocirugía del Hospital de Especialidades “Dr. Bernardo Sepúlveda”.
- Con expediente clínico disponible.

#### b.- Exclusión:

- Sujetos atendidos antes del año 2010.
- Sujetos atendidos después del 2016.
- Cirugía realizada fuera del hospital de especialidades.
- Con expediente clínico incompleto o no disponible.

### 4.- Tamaño de la muestra

Dado que se trata de una serie de casos, se considerará la inclusión de todos los sujetos que cumplan con los criterios de selección, durante el periodo especificado.

## VARIABLES

### VARIABLES INDEPENDIENTES

VARIABLE	CONCEPTUALIZACION	OPERACIONALIZACION	TIPO	UNIDAD DE MEDIDA
Edad	Años del paciente	Edad del paciente al momento del estudio	Continua	Años
Sexo	Sexo del paciente	Sexo del paciente al momento del estudio	Dicotómica	Femenino Masculino
Diagnostico	Diagnostico preoperatorio	Tipo de diagnóstico al momento del estudio	Ordinal	Hernia de disco. Enfermedad discal degenerativa. Espondilolistesis. Conducto lumbar estrecho.
Tipo de Fusión	Tipo de instrumentación lumbar	Tipo de instrumentación lumbar al momento del estudio	Ordinal	TLIF PLIF Espaciador interespinoso

## VARIABLE DEPENDIENTE (DE DESENLACE)

VARIABLE	CONCEPTUALIZACION	OPERACIONALIZACION	TIPO	UNIDAD DE MEDIDA
Incidencia pélvica	Angulo del sacro en relación al fémur.	Angulo entre la perpendicular a la plataforma sacra y una línea que conecta el punto demedio de la plataforma sacra al axis bi-coxofemoral.	Continua	Grados
Pendiente sacra	Angulo del sacro en relación al cuerpo.	Corresponde al ángulo entre la plataforma sacra y el plano horizontal.	Continua	Grados
Inclinación sacra.	Angulo del sacro en relación al cuerpo	Corresponde al ángulo entre la línea que conecta la porción media de la plataforma sacra hacia el axis coxo-femoral y el plano vertical.	Continua	Grados
Lordosis segmentaria.	Angulo de la curvatura lumbar.	Corresponde al ángulo entre la plataforma superior de L1 y la plataforma superior del sacro.	Continua	Grados

## RESULTADOS

Se registraron y analizaron los datos de 22 pacientes con alteración del balance sagital y coronal de la columna lumbo sacra , su relación clínica y su corrección por medio de fusión lumbar posterior los cuales fueron estudiados por medios de radiografías de columna lumbosacra y dinámicas en el archivo de imágenes y de archivo clínico del Hospital de Especialidades “Dr. Bernardo Sepúlveda” en el periodo comprendido entre 2010 hasta abril de 2016..

### EDAD

GRUPO DE EDAD		FEMENINO	MASCULINO
20-30 Años	0	0	0
31-40 Años	0	0	0
41-50 Años	4	2	2
51-60 Años	4	3	1
61-70 Años	9	8	1
71-80 Años	5	1	4
81-90 Años	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>22</b>	<b>14</b>	<b>8</b>

**Tabla 1.** Se observa la distribución por grupo de edad y sexo encontrando 14 pacientes del sexo femenino que representan el 63 % y 8 pacientes masculino para el 37%. 9 pacientes en el grupo de edad de 61 a 70 años (41 %), 5 paciente en el grupo de edad de 71 a 80 (23%), 4 pacientes en los grupos de 41 a 50 años y 51 a 60 años, representando el 18% respectivamente.

### CUADRO CLINICO

<b>Evaluación pre quirúrgica</b>	<b>Pacientes</b>	<b>%</b>	<b>Evaluación postquirúrgicas</b>	<b>Pacientes</b>	<b>%</b>
<b>Dolor radicular</b>	11	50	Dolor radicular	5	23
<b>Dolor axial</b>	6	28	Dolor axial	4	18
<b>Déficit motor</b>	1	4	Déficit motor	1	4
<b>Déficit sensitivo</b>	4	18	Déficit sensitivo	3	14
<b>Asintomático</b>	0	0	Asintomático	9	41
<b>Total</b>	22	100	<b>Total</b>	22	100

**Tabla 2.** Sintomatología prequirúrgica y postquirúrgica de los 22 pacientes estudiados en donde se observa el dolor radicular como el síntoma más común (50%), seguido de dolor axial (28%) y la disminución a 23% y 18% respectivamente.

### TIPO DE FUSION UTILIZADA

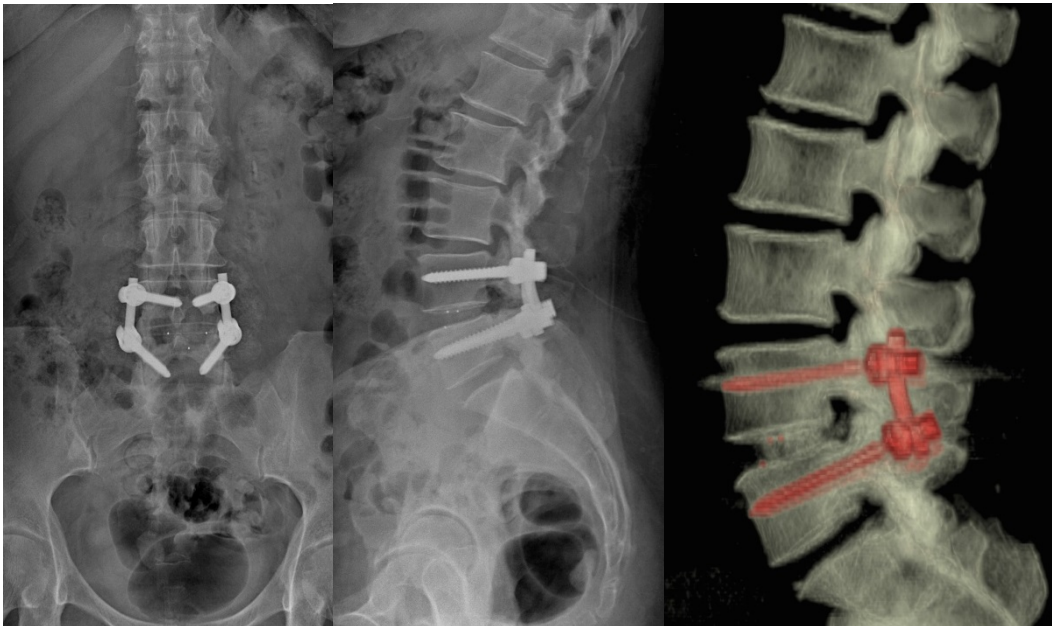
TIPO DE FUISON	PACIENTES	%
<b>TORNILLOS LUMBARES TRANSPEDICULARES+LAMINECTOMIA</b>	11	50
<b>ESPACIADOR INTERHESPINOSO</b>	4	18
<b>TORNILLOS LUMBARES TRANSPEDICULARES + LAMINECTOMIA + COLOCACION DE CAJA INTERSOMATICA</b>	6	28
<b>TLIF</b>	1	4
<b>PLIF</b>		
<b>TOTAL</b>	22	100

**TABLA 3.** Esta tabla muestra que la fusión con tornillos lumbares transpediculares mas laminectomia se usó en 11 pacientes(50%), seguido de la colocación de tornillos lumbares transpediculares con laminectomia y colocación de caja intersomática que se usó en 6 (28%), seguido del espaciador interespinoso (18%) y el TLIF en 1 paciente (4%).





**Figura:1 Femenino de 46 años con diagnóstico de conducto lumbar estrecho, con espondilolistesis grado II de L4-L5, A) RM, B y C) estudios dinámicos con espondilolistesis no reductible de L4-L5.**



**Figura 2: Rx AP, Lateral y reconstrucción por tomografía donde se observan tornillos transpediculares L4-L5 y caja intersomatica.**

### EVALUCION DE PARAMETROS ESPINO PELVICOS

DIAGNOSTICO	MEDICION	INCIDENCIA PELVICA	INCLINACION PELVICA	PENDIENTE SACRA	LORDOSIS SEGMENTARIA
ESPONDILOLIS TESIS	PRE QX	70.1°	21.3°	44.0°	39.9°
	POST QX	64.1°	17.2°	40.0°	36.9°
ENFERMEDAD DE SEGMENTO ADYACENTE	PRE QX	72.7°	20.7°	50.1°	42.7°
	POST QX	66.3°	16.7°	39.0°	37.8°
ESPONDILOLIS TESIS	PRE QX	69.8°	19.0°	46.9°	40.5°
	POST QX	56.9°	14.5°	40.4°	37.2°
ESPONDILOLIS TESIS	PRE QX	70.8°	22.9°	43.8°	39.5°
	POST QX	66.3°	15.8°	39.7°	35.3°
CONDUCTO LUMBAR ESTRECHO	PRE QX	68.9°	18.3°	49.8°	44.2°
	POST QX	60.2°	14.1°	37.6°	41.9°
CONDUCTO LUMBAR ESTRECHO	PRE QX	74.5	21.7°	52.1°	42.9°
	POST QX	67.9°	15.7°	45.3°	39.0°
CONDUCTO LUMBAR ESTRECHO	PRE QX	66.9	16.9°	52.9	40.7°
	POST QX	58.3°	14.1°	39.8°	33.1°
ESPONDILOLIS TESIS	PRE QX	73.6°	22.3°	47.6°	42.7°
	POST QX	67.0°	16.9°	37.7°	37.9°
ESPONDILOLIS TESIS	PRE QX	71.8°	21.6°	50.3°	46.1°
	POST QX	65.2°	14,8°	43.6°	39.5°
CONDUCTO LUMBAR ESTRECHO	PRE QX	71.0°	20.4°	41.9°	38.3°
	POST QX	63.9°	17.4°	35.0°	33.2°
ESPONDILOLIS TESIS	PRE QX	66.9°	18.8°	46.9°	41.7°
	POST QX	60.2°	16.9°	37.5°	36.3°

<b>HERNIA DISCAL L4-L5</b>	PRE QX	72.5°	22.1°	53.1°	44.8°
	POST QX	67.0°	17.9°	41.9°	41.4°
<b>CODNUCTO LUMBAR ESTRECHO</b>	PRE QX	70.7°	22.7°	43.8°	40.2°
	POST QX	64.0°	18.1°	41,6°	39.0°
<b>ESPONDILOLIS TESIS</b>	PRE QX	69.5°	20.0°	44.0°	37.8°
	POST QX	60.7°	16.9°	38.4°	35.6°
<b>ESPONDILOLIS TESIS</b>	PRE QX	70.1°	23.1°	50.5°	43.2°
	POST QX	64.9°	16.9°	42.1°	38.9°
<b>CONDUCTO LUMBAR ESTRECHO</b>	PRE QX	73.1°	21.6°	47.3°	42.9°
	POST QX	67.0°	17.7°	38.3°	39.9°
<b>ESPONDILOART ROSIS</b>	PRE QX	70°	20.8°	45.7°	41.7°
	POST QX	61.8°	16.9°	39.1°	38.5°
<b>CONDUCTO LUMBAR ESTRECHO</b>	PRE QX	71.1°	20.4°	50.7°	44.7°
	POST QX	62.9°	17.1°	46.9°	42.8°
<b>CONDUCTO LUMBAR ESTRECHO</b>	PRE QX	68.9°	22.3°	45.3°	40.0°
	POST QX	60.1°	16.4°	42.1°	37,4°
<b>ESPONDILOLIS TESIS</b>	PRE QX	67.1°	21.8°	49.4°	41.2°
	POST QX	59.8°	16.6°	38.9°	36.7°
<b>CONDUCTO LUMBAR ESTRECHO</b>	PRE QX	69.9°	20.1°	47.6°	40.1°
	POST QX	58.7°	18.0°	37.7°	38.2°
<b>CONDUCTO LUMBAR ESTRECHO</b>	PRE QX	72.2°	21.3°	44.1°	40.7°
	POST QX	66.9°	17.5°	38.7°	39.5°

**Tabla 4.** Relación de los parámetros espino pélvicos encontrados en los pacientes evaluados, se puede observar un claro aumento en la incidencia pélvica, la cual se

relaciona directamente con el desarrollo de espondilolistesis, así como alteraciones en todos los parámetros del balance sagital, y su mejoría en las mediciones postquirúrgicas.

## **DISCUSION**

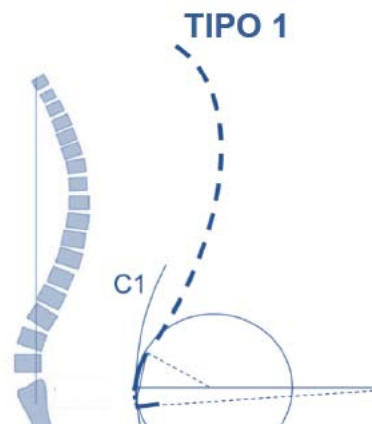
La columna vertebral juega un papel relevante tanto en la biomecánica del individuo como en la aportación a la definición de su postura. La arquitectura de la columna vertebral tiene un diseño único, dispuesto en curvaturas en el plano sagital y una línea recta si se observa desde el plano frontal. La columna vertebral es una estructura compleja compuesta de piezas superpuestas, las vértebras, más anchas y robustas en la base y más pequeñas y ligeras arriba. Las curvaturas vertebrales se van compensando al cambiar la concavidad: anterior sacra posterior lumbar, anterior dorsal y posterior cervical, aumentando de este modo las fuerzas de compresión axial que afectan a la columna. Históricamente diferentes autores han aportado sistemas de medición y variables con las que valorar las curvas raquídeas que han permitido su análisis.

Clásicamente se ha dado gran importancia al balance coronal que condiciona las características de la escoliosis, sin embargo actualmente hay gran interés en el balance en el plano sagital como herramienta para evaluar enfermedades degenerativas de la columna lumbar así como evaluar el riesgo de complicaciones en los segmentos supra e infra yacentes fusionados.

La relevancia del balance sagital se demuestra en que permite la conservación de una congruencia entre parámetros pélvicos y espinales para permitir una postura que presente el eje de gravedad lo más fisiológico posible requiriendo el menor consumo de energía. Es el resultado de la morfología ósea vertebro-pélvica, del conjunto mecánico disco ligamentario, la resistencia y rigidez muscular y la capacidad de los mecanismos de compensación.

Sin embargo existe una gran variabilidad en la morfología espino pélvica entre los individuos que determina las diferentes presentaciones de las patologías degenerativas lumbares y que presenta implicaciones importantes a tomar en cuenta cuando se planea un tratamiento quirúrgico de fusión lumbar. Al analizar los valores espino pélvicos se analiza la orientación espacial de las estructuras óseas, por ejemplo la inclinación pélvica (PT) traduce la orientación espacial de la pelvis en antero o retro versión, una PT alta indica retroversión pélvica que es un signo de desbalance sagital y la disminución de la PT indica anteroversión pélvica y un ahorro de la carga mecánica, por lo que en una fusión lumbar se debe de buscar un valor menor a  $20^\circ$  en este ángulo. Otro parámetro íntimamente relacionado con la PT es la pendiente sacra (SS) que expresa la inclinación del platillo de S1 y es modificable mediante la antero o retroversión pélvica, de igual forma es una determinante para la lordosis lumbar, ya que la pendiente sacra (SS) mas  $20^\circ$  determinan la lordosis lumbar, si la SS es baja también será baja la lordosis lumbar, por lo tanto estas variantes en la morfología espino pélvica se pueden agrupar en cuatro tipos de lordosis que pueden condicionar una determinada patología raquídea y por lo tanto su abordaje quirúrgico debe ser diferente.

Lordosis tipo 1: Consta de una pendiente sacra baja  $< 35^\circ$ , por lo tanto una lordosis lumbar corta y una cifosis torácica larga, con un punto de inflexión entre L3-L4 y su ápex en el platillo superior de L5, se considera una columna no armónica, presenta predisposición a la generación discal, que condiciona hiperpresion facetaria y riesgo de retrolistesis, sin embargo al ser condicionada como armónica no se recomienda restaurar

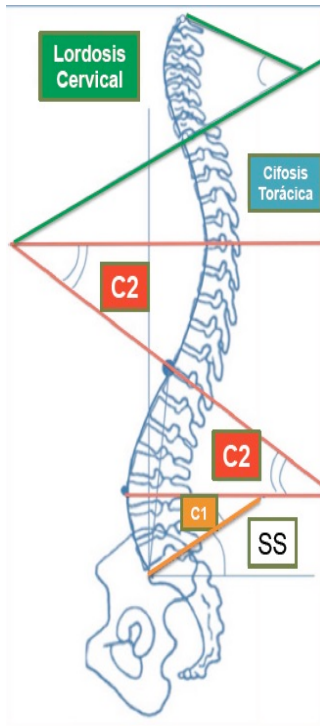


la lordosis lumbar mediante el uso de cajas intersomática ya que puede ocasionar un desbalance no existente.

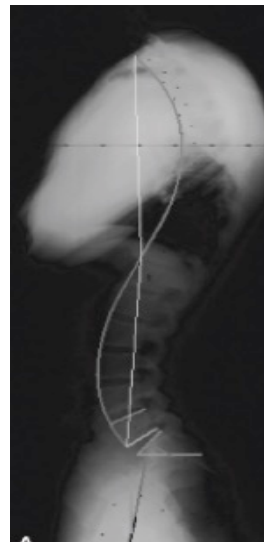
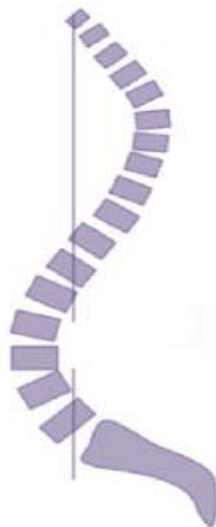
Lordosis tipo 2: Se considera una columna plana armónica, caracterizada por una SS disminuida, y una lordosis lumbar larga y plana, con su punto de inflexión en L1-L2 con una cifosis torácica corta, presenta una presión discal aumentada lo que predispone a degeneración discal precoz, se caracteriza por su poca adaptación para soportar la carga axial, al encontrarse armónica no se recomienda el uso de injerto intersomatico para restaurar la lordosis.



Lordosis Tipo 3: Es una columna armoniosa balanceada con su punto de inflexión en T12-L1 y su ápex en L4, está presente en el 50% de la población la lordosis lumbar y la cifosis torácica son equivalentes, es la columna meno patológica, sin embargo se asocia al desarrollo de espondilolistesis, en su reconstrucción si está indicada restaurar la lordosis con cajas intersomaticas para alcanzar el balance normal.



Lordosis Tipo 4: Es una columna hiper curvada armoniosa, con su punto de inflexión en T9-T10, ápex en L4 se caracteriza por una curva cifótica corta y una lordosis lumbar larga, se encuentra hasta en 25 % de la población, su principal riesgo es desarrollar espondilolistesis y siempre está indicado restaurar la lordosis mediante cajas intersomaticas.



Por lo anterior es indispensable valorar adecuadamente los parámetros espino pélvicos para asegurar que el paciente se encuentre en equilibrio e identificar las alteraciones en el balance, así como reconocer los mecanismo compensadores que ayudan a este balance y escoger el tratamiento quirúrgico adecuado que no comprometa estos mecanismos de compensación.

En nuestro estudio tuvimos una población en la que el 63% fueron mujeres y el 37% hombres, con una media de edad de 65 años, con el 41% de los pacientes entre el grupo de edad entre 61 y 70 años, que concuerda con lo reportado en la literatura (Schawb et. al. IMAST 2009) donde la prevalencia es 3:1 entre mujeres y hombres respectivamente.<sup>(11)</sup>

El síntoma más frecuente fue el dolor radicular que se presentó en 50% de los pacientes, seguido por el dolor axial que se presentó en el 28% de los casos, esto en relación a que el diagnóstico más frecuente de nuestro grupo de estudio fue el conducto lumbar estrecho hasta en 65% de los pacientes seguido de la espondilolistesis en 40% de ellos.

El tipo de columna de acuerdo a los valores espino pélvicos mas observado fue el Tipo III que de acuerdo a la literatura (Le Huec JC et al. EuroSpine J 2007) esta presente hasta en 50 % de la población, sin embargo el tipo más frecuente de fusión usada fue con tornillos transpediculares sin uso de cajas intersomaticas la cual se realizó en el 50% de los pacientes, asociado probablemente al restablecimiento de la lordosis mediante la maniobras en el cambio de la posición de la mesa quirúrgica en el transoperatorio sin necesidad de caja intersomatica.<sup>(6)</sup>

En nuestro estudio se observó el restablecimiento de los parámetros espino pélvicos en todos los pacientes estudiado (100%), inclusive con diferentes técnicas de fusión, e independientemente del diagnóstico etiológico, sin embargo solo el 40 % de los pacientes se encontraron asintomáticos, sin embargo del 60% restante hasta el 90 % presentaron



mejoría de sus síntomas, por lo que la mejoría en la sintomatología es multifactorial y no depende exclusivamente de la restauración del balance espino pélvico.

## **CONCLUSION**

La columna vertebral es una estructura compleja que constituye el eje principal del cuerpo humano. Es relevante, entre otros, el papel que ésta desempeña tanto en la biomecánica del individuo como en la aportación a la definición de su postura. Las curvaturas del raquis se han medido históricamente con el objeto de describir la normalidad biométrica humana o de valorar sus alteraciones y en tiempos recientes se ha reconocido su importancia en la explicación, identificación y planeación quirúrgica de las patologías degenerativas lumbares así como en prevenir complicaciones post fusión como el síndrome e espalda plana.

## **ANEXOS**

### **CONSENTIMIENTO INFORMADO**

**Hospital de Especialidades del CMN Siglo XXI, Servicio de Neurocirugía**

**Carta de Consentimiento Informado Para Participación en Protocolos de Investigación.**

Título de la investigación:

Alteraciones en el balance sagital y coronal en la patología y la reconstrucción de la columna vertebral, en base a los parámetros morfológicos espino-pélvicos en el Hospital de Especialidades” Dr. Bernardo Sepúlveda” Centro Médico Nacional Siglo XXI, Servicio de Neurocirugía 2010-2015.

Lugar: México Distrito Federal

Fecha: \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ del \_\_\_\_\_

Número de registro ante la Comisión Nacional de Investigación Científica \_\_\_\_\_

Le invitamos a participar en un protocolo de investigación que se está realizando en nuestro servicio. Por favor lea la información que le proporcionamos y haga las preguntas que desee antes de decidir si desea o no participar.

El estudio tiene como propósito realizar la evaluación de las alteraciones en el balance sagital y coronal en la patología y la reconstrucción de la columna vertebral realizados en nuestra unidad.

Este protocolo está diseñado para pacientes atendidos entre 2010 y 2015 que al igual que usted fueron sometidos a un procedimiento de cirugía lumbar para el tratamiento de alguna patología de la columna lumbar. La información necesaria para la participación en este estudio será tomada de datos en el expediente clínico y el expediente radiológico el cual se encuentran en el archivo del hospital.

Procedimientos del estudio.

Si usted acepta participar, la información se obtendrá del expediente clínico sin necesidad de contar con su presencia física para el desarrollo del mismo.

La información será obtenida por un médico residente de 6° año el cual recabará la información completando una base de datos, toda información obtenida de ambos expedientes se mantendrá de manera confidencial.

Posibles riesgos y molestias.

Durante la realización de este estudio usted no será sometido a ningún riesgo y/o molestias ya que el mismo no modifica el esquema de tratamiento que fue establecido.

#### Posibles beneficios que recibirá al participar en el estudio:

El participar en el estudio es probable que no tenga ningún beneficio, sin embargo la información obtenida permitirá saber la tasa de éxito del tratamiento y las variables perioperatorias que pudieran estar relacionadas al mismo, así como dar pauta a la realización de estudios posteriores que podrán beneficiar a próximos pacientes.

#### Información sobre resultados y alternativas de tratamiento.

En el transcurso de la investigación le informaremos de cualquier hallazgo nuevo bueno o malo que sea importante para la decisión de continuar participando en esta investigación.

#### Participación o retiro.

Su participación en este estudio es completamente voluntaria. Si usted decide no participar, seguirá recibiendo la atención médica y se le ofrecerán los procedimientos establecidos dentro de los servicios del IMSS. Si en un principio desea participar y posteriormente cambia de opinión, usted puede abandonar el estudio en cualquier momento, esto no afectará los beneficios que usted tiene como derechohabiente del IMSS. Para los fines de esta investigación sólo utilizaremos la información que usted nos ha brindado desde el momento en que acepto participar hasta el momento en el cual nos haga saber que ya no desea participar.

#### Privacidad y confidencialidad.

La información que nos proporcione y los resultados de sus pruebas clínicas serán guardados de manera confidencial para garantizar su privacidad mediante asignación de un número (folio) en lugar de todos los datos que lo identifiquen, la lista con estos datos serán guardados por los investigadores.

Nadie más que los investigadores, tendrá acceso a la información que usted nos proporcione durante su participación. Sólo proporcionaremos su información si fuera necesario para proteger sus derechos o su bienestar.

#### Personal de contacto para dudas y aclaraciones sobre la investigación.

Dr. Miguel Angel Venegas Cruz, Dr Carlos Zamorano Borquez, Dr. Gerardo Guinto Balazar de 9:00 a 14:00 horas, de lunes a viernes a los teléfonos 56276900 ext. 21493, en caso de no poder comunicarse, dirigirse al servicio de Admisión Continua del HE CMN SXXI, en cualquier momento del día y en cualquier día de la semana.

#### Personal de contacto para dudas sobre sus derechos como participante en un estudio de investigación.

Comisión de Ética en Investigación del IMSS, Edificio del Bloque B, Unidad de Congresos piso 4, Centro Médico Nacional Siglo XXI, Av. Cuauhtémoc 330 Colonia Doctores, C.P. 06725, México D.F. Tel. 56276900-21216, de 9 a 16:00 horas o si lo prefiere al correo electrónico: [conise@cis.gob.mx](mailto:conise@cis.gob.mx).

Declaración de consentimiento informado.

Se me ha explicado con claridad en que consiste este estudio, además he leído (o alguien me ha leído) el contenido de este formato de consentimiento. Se me ha dado la oportunidad de hacer preguntas y todas mis preguntas han sido contestadas a mi satisfacción. Se me ha dado una copia de este formato. Al firmar este formato estoy de acuerdo en participar en la investigación que aquí se describe.

\_\_\_\_\_  
Nombre y firma del sujeto

Testigo1

\_\_\_\_\_  
Nombre y firma de quien obtiene el consentimiento

Testigo 2

\_\_\_\_\_  
Nombre dirección, relación y firma

\_\_\_\_\_  
Nombre dirección, relación y firma

Firma del encargado de obtener el consentimiento informado.

Le he explicado el estudio de investigación al participante y he contestado todas sus preguntas, se evaluó la comprensión del estudio a través de un cuestionario y libremente da su consentimiento a participar en este estudio de investigación.

\_\_\_\_\_  
Nombre y firma del que obtiene el consentimiento

**HOJA DE RECOLECCION DE DATOS**

**HOJA DE RECOLECCION DE DATOS DE PROTOCOLO DE ALTERACIONES  
DEL BALANCE SAGITAL**

FECHA Y HORA:

NUMERO:

NOMBRE:

NSS:

EDAD:

**SIGNOS Y SINTOMAS**

DOLOR RADICULAR:	SI	NO
DOLOR FACETARIO:	SI	NO
PARESTESIAS DE MIEMBROS INFERIORES:	SI	NO
PARESIA DE MIEMBROS INFERIORES:	SI	NO
HIPERREFLEXIA DE MIEMBROS INFERIORES:	SI	NO

TIPO \_\_\_\_\_ DE \_\_\_\_\_ FUSION  
LUMBAR: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**PARAMETROS ESPINO-PELVICOS PREOPERATORIOS:**

INCIDENCIA  
PELVICA: \_\_\_\_\_

PENDIENTE  
SACRA: \_\_\_\_\_

INCLINACION  
PELVICA: \_\_\_\_\_

LORDOSIS SEGMENTARIA: \_\_\_\_\_

PARAMETROS ESPINO-PELVICOS POSTOPERATORIOS:

INCIDENCIA  
PELVICA: \_\_\_\_\_

PENDIENTE  
SACRA: \_\_\_\_\_

INCLINACION  
PELVICA: \_\_\_\_\_

LORDOSIS  
SEGMENTARIA: \_\_\_\_\_

## **BIBLIOGRAFIA:**

- (1) Schwab F, Lafage V, Boyce R, Skalli W, Farcy JP: Gravity line analysis in adult volunteers: Age-related correlation with spinal parameters, pelvic parameters and foot position. *Spine*. 2006; 31(25):125-159.
- (2) Le Huec JC, Aunoble S, Philippe L, Nicolas P. Pelvic parameters: origin and significance. *Eur Spine J*. 2011; 20( Suppl 5):100-117.
- (3) Roussouly P, Nnadi C. Sagittal plane deformity: an overview of interpretation and management. *Eur Spine J*. 2010; 19(11): 24-56.
- (4) Gardocki RJ, Watkins RG, Williams LA. Measurements of lumbopelvic lordosis using the pelvic radius technique as it correlates with sagittal spinal balance and sacral translation. *Spine J*. 2002; 23(3):42-64.
- (5) Barrey C, Jund J, Nosedá O, Roussouly P. Sagittal balance of the pelvis-spine complex and lumbar degenerative diseases. A comparative study about 85 cases. *Eur Spine J*. 2007; 16:115-122.
- (6) Le Huec JC, Hasegawa K. Normative values for the spine shape parameters using 3D standing analysis from a database of 268 asymptomatic Caucasian and Japanese subjects. *Eur Spine J*. 2016; 7: 88-111.
- (7) Mehta VA, Amin A, Omeis I, Gokaslan ZL, Gottfried ON. Implications of spinopelvic alignment for the spine surgeon. *Neurosurgery*. 2015; 76 Suppl 8: 93-119.
- (8) Roussouly P, Gollogly S, Berthonnaud E, Labelle H, Weidenbaum M: Sagittal alignment of the spine and pelvis in the presence of L5-S1 isthmic lysis and low-grade spondylolisthesis. *Spine*. 2006; 31(21):244-249.
- (9) Maillot C, Ferrero E, Fort D, Heyberger C, Le Huec JC. Reproducibility and repeatability of a new computerized software for sagittal spinopelvic and scoliosis curvature radiologic measurements: Keops(®). *Eur Spine J*. 2015; 22: 212-222.



(10) Labelle H, Mac-Thiong JM, Roussouly P. Spino-pelvic sagittal balance of spondylolisthesis: a review and classification. *Eur Spine J.* 2011; 20 Suppl 5: 122-131.

(11) Schwab F, Lafage V, Shaffrey C, et al: Pre-operative pelvic parameters must be considered to achieve adequate sagittal balance after lumbar osteotomy. *IMAST 2009*; 1: 22-40.

(12) Somoskeöy S, Tunyogi-Csapó M, Bogyó C, Illés T. Clinical validation of coronal and sagittal spinal curve measurements based on three-dimensional vertebra vector parameters. *Spine J.* 2012; 12: 7-9.

(13) Lamartina C, Berjano P, Petruzzi M, Sinigaglia A, Casero G, Cecchinato R, Damilano M, Bassani R. Criteria to restore the sagittal balance in deformity and degenerative spondylolisthesis. *Eur Spine J.* 2012; 21 Suppl 1: 9-14.

(14) Feng Y, Chen L, Gu Y, Zhang ZM, Yang HL, Tang TS. Restoration of the spinopelvic sagittal balance in isthmic spondylolisthesis: posterior lumbar interbody fusion may be better than posterolateral fusion. *Spine J.* 2015; 15: 22-40.

(15) Kim PK. Case Presentation of Sagittal Balance. *Spine.* 2016; 41 Suppl 7: 50-75.

(16) Gottfried ON, Daubs MD, Patel AA, Dailey AT, Brodke DS. Spinopelvic parameters in postfusion flatback deformity patients. *Spine J.* 2009 Aug;9(8).