



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

**INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL**

DELEGACIÓN ESTADO DE MÉXICO PONIENTE  
DIRECCIÓN DE EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN EN SALUD

UNIDAD MÉDICA DE ALTA ESPECIALIDAD  
HOSPITAL DE TRAUMATOLOGÍA Y ORTOPEDIA  
“LOMAS VERDES”



**CORRELACIÓN ENTRE DENSIDAD ÓSEA Y SEVERIDAD DE LA ESCOLIOSIS EN NIÑOS**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE MÉDICO  
ESPECIALISTA EN ORTOPEDIA Y TRAUMATOLOGÍA

**PRESENTA:**

**Dr. Alberto Uriel Ambrocio González**

**TUTOR:**

**Dr. Hugo Vilchis Sámano**  
Unidad Médica de Alta Especialidad  
Hospital de Traumatología y Ortopedia  
“Lomas Verdes”

Jefe del Servicio de Cirugía de Columna  
Médico Ortopedista y Cirujano de columna

Naucalpan de Juárez. Estado de México, junio 2023



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.

---

Dr. Gilberto Meza Reyes

Titular de la UMAE Hospital de Traumatología y Ortopedia "Lomas Verdes"

---

Dra. Ma. Francisca Vázquez Alonso

Directora de Educación e Investigación en Salud

Hospital de Traumatología y Ortopedia "Lomas Verdes"

---

Dr. Daniel Luna Pizarro

Jefe de la división de investigación en Salud

Hospital de Traumatología y Ortopedia "Lomas Verdes"

---

Dr. Luis Muñiz Luna

Jefe de Educación e Investigación en Salud

Hospital de Traumatología y Ortopedia "Lomas Verdes"

---

Dr. Hugo Vilvhis Sámano

Jefe del Servicio de Cirugía de Columna

Hospital de Traumatología y Ortopedia "Lomas Verdes"

## AGRADECIMIENTOS

¡Gracias Dios, por ponerme en mi camino y por las personas que amo!

## índice

<b>AGRADECIMIENTOS</b>	<b>3</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>5</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b>	<b>7</b>
<b>JUSTIFICACIÓN.</b>	<b>18</b>
<b>MATERIAL Y MÉTODOS</b>	<b>23</b>
<b>RESULTADOS</b>	<b>35</b>
<b>DISCUSIÓN</b>	<b>40</b>
<b>CONCLUSIÓN</b>	<b>43</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>44</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>49</b>

## RESUMEN

Se realizó un estudio descriptivo, retrospectivo y transversal con pacientes diagnosticados con escoliosis en el servicio de Cirugía de Columna del Hospital de Traumatología y Ortopedia Lomas Verdes.

Se sometió a estudio un grupo con pacientes entre los 10 y 16 años, intervenidos quirúrgicamente mediante artrodesis posterior instrumentada, se compararon radiografías pre y postquirúrgicas, así como tomografías pre y postquirúrgicas en cortes sagitales tomando como referencia valores preestablecidos de Unidades Hounsfield (UH), 178 para densidad normal, 177 – 125 para Osteopenia, < 124 para Osteoporosis, asociando las mismas a la severidad y corrección de la curva escoliótica.

Se realizó un análisis de grupos por prueba de U Mann – Whitney comparando las UH preoperatorias y el ángulo de Cobb, para conocer la relación de la densidad ósea y el ángulo de Cobb. Prueba de Wilcoxon para estudio de relación entre el segmento de la curvatura principal y UH pre y postquirúrgicas; prueba de T de Studen para relacionar el segmento de la curvatura principal a UH así como la etiología de Escoliosis; para el estudio de la diferencia de UH pre y postquirúrgicas se uso una Gráfica de barra de errores bajo un análisis por T de student. Por último se utilizó una prueba de T de student para el análisis de la relación entre las UH y el ángulo postquirúrgico con un gráfico de puntos de dispersión. Las pruebas estadísticas se realizaron con Sigmaplto12.0 y se expresaron de manera gráfica mediante el programa PismPlot12.0

Las mediciones de UH por tomografía en los pacientes graves fue de  $177.9 \pm 35.2$  versus los pacientes severos de  $153 \pm 35.2$ , aunque no fue estadísticamente significativo, la relevancia indica que los pacientes con mayor grado de escoliosis presentan menor densidad ósea, donde ambos grupos mejoran posterior al procedimiento quirúrgico. Al comparar las UH pre y post cirugía, la

escoliosis idiopática juvenil mostro diferencias entre la UH, mejorando la densidad ósea posterior al procedimiento, ( $p= 0.008$ ). Los pacientes clasificados como escoliosis grave tuvieron mejores diferencias significativas en las UH que los pacientes con escoliosis severa, En el análisis global de los pacientes la UH pre-cirugía fue de  $170.1 \pm 36.5$  ( $156.2 - 184.0$  IC 95%) versus post cirugía de  $195.6 \pm 53.2$  ( $175.4 - 215.8$ ), ( $p=0.003$ ). El análisis de correlación entre las diferencias de los grados de corrección y las unidades Hounsfield posterior a la cirugía, no mostró tendencia de mayor grado de corrección y mejoría en la densidad ósea.

Basado en los resultados obtenidos existe relevancia clínica entre la disminución de la calidad ósea y la severidad de la escoliosis, no obstante se recomienda una muestra más amplia de pacientes que cuenten con las características descritas y sean objeto de estudio para que sea estadísticamente significativo.

## MARCO TEÓRICO

Las deformidades de la columna vertebral son alteraciones morfológicas ocurridas después del período embrionario del desarrollo.

Las malformaciones vertebrales ocurren dentro de las ocho semanas de gestación, la deformidad consecuente se desarrolla luego de la octava semana del desarrollo, pueden comenzar como un proceso de deformación durante toda la vida, aquellas que comienzan en la infancia son capaces de provocar trastornos más graves, dado que la progresión de dichas deformidades se agrava considerablemente en los momentos de mayor velocidad del crecimiento.

La columna vertebral y el sistema nervioso central interactúan de tal manera que las alteraciones en alguna de estas áreas desarrollarán patologías en la otra. Las lesiones del sistema nervioso central congénitas o adquiridas tienen enormes posibilidades de producir deformidades vertebrales. Las malformaciones o deformidades vertebrales tendrán mayores o menores posibilidades de producir alteraciones neurológicas y/o deformaciones del tronco, pudiendo llegar hasta alteraciones orgánicas y funcionales severas, principalmente en el tórax como insuficiencia cardíaca o respiratoria.

Clásicamente se describen dos tipos de curvas fisiológicas en el plano sagital de la columna vertebral, cifosis y lordosis. La presencia de estas curvas es fisiológica, y la deformidad se basa en el aumento o disminución de las mismas.

La escoliosis se define como una deformidad estructural tridimensional de la columna vertebral y se diagnostica sobre la base a una medición de curvas principales que comprenden la deformidad, esta medida se realiza tradicionalmente con el método de Cobb, obteniendo el ángulo de Cobb, Esta medición se realiza en el plano coronal mediante una radiografía postero anterior estándar y



se forma el ángulo de Cobb entre una línea trazada paralela al platillo superior de la vértebra superior incluida en la curva escoliótica y una línea trazada paralelo al platillo inferior de la vértebra inferior de la misma curva. La escoliosis se diagnostica si este ángulo es mayor de  $10^\circ$  además de las curvas de la columna la escoliosis se asocia frecuentemente a asimetrías del tronco y extremidades. (1)

La escoliosis idiopática del adolescente es el tipo más común de escoliosis. La afección comienza en la pubertad temprana, afecta del 1% al 4% de los adolescentes y afecta con mayor prevalencia a las mujeres. La escoliosis idiopática tiene un mecanismo desconocido en contraste con las escoliosis congénita, neuromuscular y otros tipos que tienen mecanismos subyacentes precisos. Esta se puede clasificar de acuerdo con diferentes criterios, ya sea la edad de inicio, la ubicación de la curva máxima, etc; esta relacionada con la geografía, siendo más frecuente en latitudes altas del norte en comparación a las regiones más bajas, la prevalencia también esta relacionada con la edad del paciente.

Aproximadamente el 80% de los niños con escoliosis idiopática se diagnostican durante la adolescencia (definida desde los 10 años hasta la madurez esquelética), los pacientes que todavía están dentro del periodo de madurez esquelética tienen mayor riesgo de progresión severa de la curva (1)

### **Fisiopatología**

Se han propuesto diferentes mecanismos para explicar su etiología, los cuales se pueden agrupar en seis categorías principales según el tipo de anomalía que describen: Genética, Sistema nervioso central, Crecimiento de la columna vertebral y metabolismo óseo, vías metabólicas, biomecánica y otras.

Los mecanismos patogénicos pueden ser primarios o secundarios a la escoliosis misma y pueden formar parte del proceso que contribuye a la iniciación y/o progresión de la curva vertebral (2) . Dentro de los mecanismos patogénicos se incluye la inestabilidad rotacional axial, factores biomecánicos y neuromusculares, sobrecrecimiento espinal anterior relativo y crecimiento neuro óseo espinal asíncrono, modulación del crecimiento biomecánico resultado de la compresión mecánica asimétrica y carga reducida (conocida como efecto Hueter – Volkman), fuerzas de cizallamiento dorsales intrínsecas con inestabilidad de rotación axial de la columna, osteopenia, un índice de masa corporal más bajo y niveles de leptina circulante más altos en comparación a las personas sin escoliosis y otras anomalías sistémicas.

### **Base genética**

Aunque sigue sin entenderse del todo bien la relación de las variantes genéticas responsables, se ha visto el mayor riesgo de desarrollar escoliosis en familiares de primer grado de personas con la afección (6% - 11%) y gemelos que muestran una tasa más alta de concordancia en gemelos monocigóticos en comparación a gemelos dicigóticos. Sin embargo no se sigue el modelo clásico de herencia, esto respalda el modelo complejo poligénico de herencia.

### **Sistema nervioso central y Disfunción Neurofisiológica**

Los potenciales evocados somatosensoriales en pacientes con escoliosis se encuentran con latencias prolongadas y asimétricas, las cuales se relacionan con la dirección y la progresión de la curva. Se incluye además inestabilidad postural estática como dinámica, la médula espinal se desplaza hacia el lado cóncavo de la deformidad, no es claro si las anomalías son primarias o adaptativas al desarrollo de escoliosis.

Niveles bajos de leptina circulante debido a una masa corporal baja, conduciendo a un crecimiento deficiente del eje del Sistema nervioso central, este a su vez crece a la par de la cauda equina en respuesta al crecimiento lineal de las vértebras, creando una limitación del crecimiento a partir de los 10 años. Esto vincula los niveles bajos de leptina con el inicio del crecimiento neuro óseo asincrónico con el cual a medida que crece la columna vertebral, se crea la tensión de la deformidad, inicialmente con deformidad en el plano sagital. En el plano transversal el proceso de conversión de rotación vertebral axial de izquierda a derecha del desarrollo normal implica sincondrosis neurocentrales asimétricas y reflejando los patrones de curvas más prevalentes en la escoliosis idiopática torácica a diferentes edades.

### **Crecimiento esquelético y calidad ósea**

Las anomalías siguen diferentes vías biológicas y biomecánicas, pudiendo expresarse como osteopenia sistémica y mineralización ósea anormal. Esto afecta a la resistencia de la estructura ósea, contribuyendo al inicio y progresión de la deformidad durante el periodo de crecimiento rápido en la pubertad. De acuerdo al crecimiento longitudinal se observa un aumento significativo en la velocidad máxima de altura en comparación de pacientes con escoliosis versus pacientes sin escoliosis, así mismo se observan otras características esqueléticas incluidas las costillas periapicales, asimetría del brazo, asimetría de la altura iliaca, todos estos asociados a la rotación y la curvatura de la vértebra apical.

Se ha relacionado la gravedad de la curvatura con la composición corporal anormal así como un peso corporal más bajo. La relevancia de la relación entre el índice de masa corporal es la relación que tienen los pacientes con bajo IMC y capacidad pulmonar reducida, peores resultados postquirúrgicos y mayor inconformidad estética (3), a diferencia de los pacientes con índice de

masa corporal elevado, quienes tienen sintomatología más severa así como menor calidad de vida y funcionalidad (4).

La osteopenia se define por densitometría mediante un puntaje, describiendo el número de desviaciones estándar de la densidad mineral ósea de un individuo, considerándose una puntuación de  $Z < 1$  concordante con osteopenia, la cual se observa en el 36% – 38% de pacientes, afectando predominantemente a niñas (1), la cual puede persistir en la adultez y contribuir a la progresión de la curva en AIS (5). Se ha encontrado que la baja densidad mineral ósea afecta los compartimientos óseos trabeculares como corticales alterando la morfología ósea, microarquitectura trabecular, densidad ósea volumétrica, calidad ósea general y resistencia mecánica. Se ha demostrado que pacientes con AIS tienen una densidad de osteocitos y osteoblastos disminuida en comparación con pacientes sin dicha afección, probablemente relacionadas con anomalías en el sistema lacuno – canalicular dentro de la matriz ósea (6). Por tanto las mediciones de la densidad mineral ósea en pacientes con AIS deberían considerarse en la valoración inicial con fines pronósticos (7). Turki Elarjani en su estudio sobre cuantificación de la calidad ósea mediante medición de unidades Hounsfield (UH) en vista sagital de la columna lumbar obteniendo como resultados “Normales” 177 (IC 95% 160 – 194), “Osteopenia” 132 (IC 95% 125 – 143) y “Osteoporosis” 106 (IC 95% 88 – 124), sin embargo no es el único estudio que valida el uso de UH como método de medición de la calidad ósea; por tanto la medición de un UH es un método rápido y sencillo para adquirir un estado inicial de la calidad del hueso. En esta investigación se agregaron los estudios retrospectivos en los cuales se valida el uso de UH como método fiable de la cuantificación de la calidad ósea en cuerpos vertebrales lumbares (10–16).

Ohashi y colaboradores buscaron la relación entre la fusión espinal y la densidad mineral ósea, determinando que a 30 años de post operados, los pacientes con un IMC menor a 25 y/o peso

corporal bajo tenían más probabilidad de cursar con osteopenia en la edad adulta, sin embargo en por lo que falta mayor investigación para comprender todos los factores involucrados (17) (18) (19). Además se ha informado que la baja densidad mineral ósea se asoció a la presencia de cuña vertebral y pérdida de altura de pie en pacientes (19).

Durante la última década varios factores hormonales y metabólicos se han asociado con la aparición y desarrollo de escoliosis idiopática, ejemplo de ellos son los biomarcadores BSO, RANGO, HIGO SOLUBLE, MATN1, COMP, niveles altos de osteocalcina en comparación con individuos que no tienen la afección, niveles más altos de ARNm y RANKL en osteoblastos de pacientes con osteopenia y escoliosis. Para explicar síntomas asociados a trastornos complejos se ha empleado el término en epidemiología genética “endofenotipos”, se usan como un enfoque general para dividir trastornos genéticos complejos en fenotipos más estables para su estudio; en escoliosis los endofenotipos identifican genes que confieren riesgo y fisiopatología de la enfermedad sin ningún conocimiento previo de mutaciones en genes defectuosos; por lo tanto se propone que las terapias futuras tengan como uno de sus objetivos el abordaje genético (20). Por otro lado Yang Y, ha relacionado en su estudio factores de riesgo asociados a baja densidad mineral ósea, siendo estos, factores genéticos, factores endocrinos y el estilo de vida concluyendo que la síntesis o absorción ósea puede estar directamente regulada por factores endocrinos mientras que los factores genéticos y relacionados al estilo de vida pueden influir a la disminución de la densidad mineral ósea a través de las vías endocrinas (21). Se ha demostrado que los niveles de fosfato/calcio y PTH son normales a diferencia de calcitonina la cual en niveles séricos en mujeres es dos veces menor en comparación a sujetos sanos (22) (23) (24).

Se ha propuesto un círculo vicioso de progresión de la escoliosis, en el que las tensiones asimétricas que actúan sobre la columna lateralmente y las placas de crecimiento vertebral producen un

crecimiento asimétrico, conduciendo a la progresión de la curvatura debido a que el aumento de la compresión retarda el crecimiento y de lado con carga disminuida el crecimiento es acelerado.

## **Diagnóstico**

Clínicamente existe asimetría de la altura de los hombros, desplazamiento del tronco con respecto al centro de la pelvis o la flexión lateral descompensatoria en el plano coronal, además de giba dorsal. Las imágenes coronales típicas en una radiografía de columna completa de pie incluyen una curvatura lateral con un ángulo de Cobb mayor a  $10^\circ$  con rotación vertebral (ver anexo Figura 1).

Actualmente se ha propuesto una nueva clasificación en 3D en comparación a las previas que usan planos 2D, esta propuesta por Kawakami y Cols, se basa en el número de vértebras deformadas ya sean solitarias o múltiples, el análisis de la falla de formación anterior o posterior, lateralidad y/o discordancia, falla de segmentación, análisis del fallo según el sitio de localización; sin embargo es una clasificación aún no validada en el contexto clínico, pero con grandes oportunidades de uso a futuro debido a que la propuesta por Kawakami es una clasificación que permitiría dilucidar la historia natural de cada malformación congénita (25) (26). No obstante se acepta una clasificación general de acuerdo a la severidad de la angulación, tomando como valores  $10 - 25^\circ$  Leve,  $25 - 44^\circ$  Moderada,  $45 - 99^\circ$  Grave,  $>100$  Severa (ver anexo, Tabla 1).

El propósito de la detección es el diagnóstico oportuno en formas etapas tempranas y dar un manejo no quirúrgico, siendo el momento de mayor oportunidad para esto en la adolescencia temprana, debido a que la mayoría se manifiestan cuando cuando se inicia el crecimiento acelerado, utilizando pruebas como la flexión hacia adelante, la medición del ángulo de rotación del tronco, la topografía de Moiré y la radiografía de baja dosis, siendo las más aceptadas mundialmente la prueba de flexión hacia delante con o sin la medición del ángulo de rotación del tronco con escoliómetro,

aunque sin una etiología específica la detección temprana no es posible, por ello el tratamiento actual va encaminado a la cirugía de rescate destinada a corregir la deformidad.

Los factores que pueden predecir la progresión de la curva incluyen la magnitud de la curva, la edad al momento del diagnóstico y los factores de madurez, tamaño y ubicación de la curva principal (ver anexo, Figura 2), la edad en el momento del diagnóstico, edad de la menarquia, cantidad de crecimiento restante según la evaluación de Risser o el índice de maduración de Sanders; sin embargo se continúa la investigación de todos los factores que intervienen completamente en la progresión de la curva (27) (28).

La progresión de la curva es más probable en pacientes esqueléticamente inmaduros y aquellos con una curva más pronunciada, siendo la función pulmonar el único síntoma que se asocia consistentemente con el tamaño de la curva, sin embargo los pacientes que cursan con ángulos de Cobb más altos, mostraron más frecuencia estadísticamente significativa de densidad mineral ósea más baja(29)

### **Tratamiento conservador.**

En general pacientes con curvas con un ángulo de Cobb  $<20^\circ$ , el tratamiento expectante es el apropiado, y se recomienda la órtesis cuando la curva sobrepasa los  $20^\circ$ .

El objetivo del Corset es evitar la progresión de la curvatura a una gravedad que requiera cirugía, que en general es  $>50^\circ$  en la región torácica antes de que se alcance la madurez esquelética, todos los dispositivos funcionan como una sujeción durante la fase de crecimiento.

Se ha demostrado que el tratamiento con corsé es efectivo, incluso que es “dosis dependiente”, es decir que el beneficio de los mismos fue mayor con el aumento del tiempo de uso, con un nivel de

evidencia I y II, siendo este éxito mayor al 90% con el uso del corset durante más de 13 horas por día, además se demostró que el aumentar el uso más allá de 13 horas no se asoció a una mejoría en el grado de éxito.

Por tanto se recomienda que los pacientes bajo un manejo conservador, usen el corsé durante 13 horas al día hasta completar su madurez esquelética, con un tiempo medio de uso de 2 años y medio.

El tratamiento con uso de corset a tiempo completo no ha demostrado afectar la composición corporal, la morfología de los músculos paraespinales y la densidad mineral ósea en los adultos, como anteriormente se creía, esto ha sido demostrado por Ohashi Watanabe (30) y es un parteaguas en su uso, eliminando las preocupaciones del uso de aparatos ortopédicos en la infancia donde se creía que se afectaba la densidad mineral ósea con el uso de corset (19). Además Hawary R, Zaaroor – Regev asocia factores de riesgo para el fallo del uso de ortesis, complementando las recomendaciones en la asesoría a pacientes sobre el riesgo del fallo de uso de ortesis(28).

El conocimiento de la historia natural de la escoliosis se ha ampliado en los últimos años, se estima que una de cada diez curvas progresa hasta el punto en que se requiere tratamiento ortopédico, y que el 0.1% justifica el tratamiento quirúrgico.(31)

### **Tratamiento Quirúrgico**

El objetivo es prevenir el aumento de la curva, mediante una artrodesis de las regiones involucradas en la curva, y es recomendado en pacientes que tienen mayor riesgo de progresión en la vida adulta, en general ángulo de Cobb  $> 40^\circ$  -  $45^\circ$  en región torácica, y  $>50^\circ$  en la región lumbar.



Los objetivos secundarios son reducir la deformidad y alineación espinal, los cuales se consideran a la par de los riesgos de una intervención quirúrgica como pérdida parcial o total de la función neurológica en el 0.005% de los pacientes intervenidos, infección en 1% a 2%, fracaso del implante o pseudoartrosis en 1% y recurrencia o deformidad adicional en el 1%.

Actualmente sigue siendo tema de controversia el momento exacto de la cirugía, pudiendo ser en la adolescencia, en respuesta a los síntomas en la vida adulta o incluso siendo expectante hasta que se desarrollen síntomas en casos en que la cirugía sea más compleja, siendo que los pacientes con baja densidad ósea tienen el doble o más de riesgo de progresión de la curva hasta el umbral quirúrgico (32).

Los principios de la corrección son equilibrar de forma segura la columna vertebral en el espacio, minimizar la deformidad residual, corrección duradera por fusión, limitar la pérdida de movimiento por la fusión espinal. Se ha mejorado la seguridad intraoperatoria con el uso de neuromonitoreo transoperatorio, permitiendo una corrección inmediata. La decisión de los niveles a intervenir sigue siendo controvertida, en general se acepta que se debe tratar la curva más grande cuando existen más de una.

El acceso quirúrgico se puede realizar por vía anterior o posterior, el anterior ofrece exposición para la disectomía, para aumentar la movilidad de la columna vertebral eliminando el potencial de crecimiento del cuerpo vertebral restante aunque la gran mayoría de abordajes se realizan de forma posterior.

Las construcciones de gancho posterior fueron comunes desde de la década de 1960, cuando se introdujo la barra de Harrington, hasta la década de 1980 cuando se empezó a utilizar el sistema Cotrel-Dubousset; la fijación con tornillos transpediculares se introdujo hacia 1990 los cuales

funcionan como anclajes más seguros, permitiendo aplicar mayores fuerzas correctivas. Los tornillos poliaxiales siguen demostrando mayor resistencia al deslizamiento axial en comparación a los tornillos monoaxiales, debido a que permiten la mejor alineación de la barra mejorando la resistencia al deslizamiento axial. El extremo distal está sujeto a mayores fuerzas por lo que es más probable que se aflojen los tornillos como resultado de una desalineación en la interfaz del tornillo de cabeza, por lo que se recomienda el uso de tornillos poliaxiales (33), además de tener en cuenta que el lado cóncavo de la vértebra del ápice según Cheng y las mediciones por unidades Hounsfield en su estudio, cursan con menor densidad ósea en comparación al lado convexo, sugiriendo la distracción a priori del lado cóncavo y el uso de tornillos de mayor tamaño del lado convexo para evitar el desanclaje (34). Sigue siendo tema de preocupación la artritis degenerativa del segmento adyacente(35).

Aunque la mayoría de los pacientes está satisfecho con los resultados postoperatorios en el seguimiento a 20 años (36), se ha demostrado disminución significativa en la función y un aumento de dolor en comparación a pacientes no operados, además que el 6% al 29% debe ser reoperados (31).

## **JUSTIFICACIÓN.**

Se ha planteado que la densidad ósea podría desempeñar un papel en la severidad de la curva escoliótica en niños, aspecto crucial para la toma de decisión del momento oportuno de intervención quirúrgica, además de la estabilidad de implantes, sin mencionar su influencia en el aspecto biopsicosocial del paciente con escoliosis.

La comprensión de la correlación densidad ósea y severidad de escoliosis en niños podría proporcionar información para la estratificación del riesgo y el manejo óptimo. La identificación de factores de riesgo asociados a la densidad ósea deficiente podría permitir la implementación de medidas preventivas y terapéuticas para minimizar la progresión de la escoliosis, así como reducir el impacto negativo en la calidad de vida de los pacientes que se someten a cirugía.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Se ha documentado como causas de osteopenia en pacientes con escoliosis el estilo de vida, los factores genéticos y endocrinológicos, así como el índice de masa corporal, sin embargo, hasta el momento la relación entre densidad ósea y la severidad de la curvatura escoliótica en niños no ha sido ampliamente investigada ni establecida de manera concluyente. Esta falta de comprensión limita el diseño de estrategias de intervención y tratamiento efectivas en pacientes con escoliosis.

Derivado de lo anterior, se plantea la siguiente pregunta de investigación:

## **PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

¿Cuál es la correlación entre la densidad ósea y la severidad de la curva escoliótica en niños?

## **HIPÓTESIS**

H1

¿Existe correlación entre la densidad ósea y la severidad de la escoliosis en niños?

H0

No hay correlación entre la densidad ósea y la severidad de la escoliosis en niños.

## **OBJETIVO GENERAL**

Identificar si la densidad ósea se correlaciona con la severidad de la curva escoli6tica

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Correlacionar la densidad 6sea de la columna vertebral en ni6os con escoliosis mediante la medici6n de unidades Hounsfield en los cuerpos vertebrales del segmento de la curvatura principal
- Identificar la asociaci6n entre densidad 6sea y la severidad de la curvatura escoli6tica medida por 6ngulo de Cobb
- Analizar la correlaci6n entre densidad 6sea y etiología de la escoliosis
- Identificar la asociaci6n entre densidad 6sea y el diferencia de correcci6n postquirúrgica de la curva escoli6tica
- Analizar la diferencia de unidades Hounsfield pre y postquirúrgicas

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

Se realizó un estudio descriptivo, retrospectivo y transversal, en el servicio de Cirugía de columna con pacientes diagnosticados con Escoliosis. Se recabaron datos en el expediente clínico y de manera digital de acuerdo con la base de datos del servicio de cirugía de columna. Se sometió a estudio un grupo con pacientes entre los 10 y 16 años, intervenidos quirúrgicamente en el periodo de enero de 2019 a Mayo de 2023, en el hospital de Traumatología y Ortopedia de Lomas Verdes mediante artrodesis posterior, se compararon radiografías pre y postquirúrgicas, así como tomografías pre y postquirúrgicas en cortes sagitales tomando como referencia valores preestablecidos de Unidades Hounsfield (UH), 178 para densidad normal, 177 – 125 para Osteopenia, < 124 para Osteoporosis, asociando las mismas a la severidad y corrección de la curva escoliótica.

Todas las tomografías computarizadas se realizaron con fines de diagnóstico debido a diversas indicaciones clínicas, en un dispositivo (Cannon de 80 cortes). Los parámetros de la TC incluyen un grosor de corte de 3.0 mm con intervalos de 3.0 mm, voltaje del tubo de 220 kV, corriente del tubo de 250 mA y escaneo cráneo - sacro. Las mediciones de UH se realizaron en un sistema de archivo y comunicación de imágenes (PACS, versión de Software) utilizando una sección axial y sagital en la línea media vertebral. Se identificó y se delimitó la región de observación de interés (ROI) en los 2/3 anteriores del cuerpo vertebral, excluyendo el borde interno de las corticales y los osteofitos que pudieran estar presentes. Se obtuvieron mediciones de UH para las vértebras de T12 y L1 de forma Prequirúrgica según correspondiera al segmento de la curva principal, utilizando el software PACS, posteriormente en la tomografía postquirúrgica se realizó la medición bajo las mismas características en el segmento de la curvatura principal en un cuerpo vertebral no instrumentado inmediatamente superior al nivel intervenido (ver anexo, Figura 3,4).



## **LUGAR DONDE SE REALIZÓ EL ESTUDIO**

Servicio de Cirugía de Columna de la Unidad Médica de Alta Especialidad, Hospital de Traumatología y Ortopedia “Lomas Verdes”, del Instituto Mexicano del Seguro Social

## TIPO DE ESTUDIO

- Descriptivo

## TIPOS DE ESTUDIO

- Por el control de la maniobra experimental por el investigador: Observacional
- Por la captación de información: Retrospectivo
- Por la medición del fenómeno en tiempo: Transversal
- Por la presencia de un grupo control: Estudio descriptivo
- Por la dirección del análisis: Estudio Transversal
- Por la ceguedad en la aplicación y evaluación de maniobras: Abierto

## **CRITERIOS DE SELECCIÓN**

### Criterios de inclusión

- Sexo indistinto
- Edad de 10 a 16 años
- Pacientes con el diagnóstico establecido de Escoliosis
- Pacientes tratados quirúrgicamente mediante Artrodesis posterior durante el periodo de enero del 2019 a mayo del 2023
- Pacientes intervenidos quirúrgicamente que cuenten con radiografías pre y postquirúrgicas, así como tomografía pre y postquirúrgica.

### Criterios de exclusión

- Pacientes sin diagnóstico concluyente de escoliosis
- Pacientes no intervenidos quirúrgicamente
- Pacientes que no cuentan con tomografía simple prequirúrgica y/o postquirúrgica
- Pacientes que no cuentan con radiografías pre y postquirúrgicas.

## **MUESTRA**

Pacientes a cargo del servicio de Cirugía de Columna con el diagnóstico de Escoliosis de la Unidad Médica de Alta especialidad, Hospital de Traumatología y Ortopedia “Lomas Verdes” del Instituto Mexicano del Seguro Social, con el diagnóstico de Escoliosis que fueron intervenidos quirúrgicamente en el periodo comprendido de enero de 2019 a mayo del 2023.

## **POBLACIÓN DE ESTUDIO**

Pacientes atendidos por la UMAE HTOLV, menores de 16 años y mayores de 10 años, que hayan sido intervenidos quirúrgicamente por el diagnóstico de Escoliosis, durante el periodo de enero del 2019 a mayo del 2023

## TAMAÑO DE LA MUESTRA

La prevalencia es del 12%, el poder beta objetivo es del 80% y el nivel de significancia alfa es del 5%.

Para calcular el tamaño de la muestra, se puede utilizar la fórmula para estudios de prevalencia. La fórmula es la siguiente:

$$n = (Z^2 * p * (1-p)) / E^2$$

Donde:

n = tamaño de la muestra requerida

Z = valor crítico de la distribución normal estándar correspondiente al nivel de significancia alfa (para un nivel de confianza del 95%, Z es aproximadamente 1.96)

p = prevalencia esperada

E = margen de error (diferencia entre la prevalencia esperada y la prevalencia real)

Sustituyendo los valores en la fórmula, se obtiene:

$$n = (1.96^2 * 0.12 * (1-0.12)) / (0.12 - 0.12)^2$$

Simplificando la fórmula, se tiene:

$$n = (1.96^2 * 0.12 * 0.88) / 0.12^2$$

$$n = (3.8416 * 0.1056) / 0.0144$$

$$n = 0.40452 / 0.0144$$

$$n = 28.03$$

**Pacientes: 29**

## **ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Se realizó un análisis de grupos por prueba de U Mann – Whitney comparando las UH preoperatorias y el ángulo de Cobb, para conocer la relación de la densidad ósea y el ángulo de Cobb. Prueba de Wilcoxon para estudio de relación entre el segmento de la curvatura principal y UH pre y postquirúrgicas; prueba de T de Studen para relacionar el segmento de la curvatura principal a UH así como la etiología de Escoliosis; para el estudio de la diferencia de UH pre y postquirúrgicas se uso una Gráfica de barra de errores bajo un análisis por T de student. Por último se utilizó una prueba de T de student para el análisis de la relación entre las UH y el ángulo postquirúrgico con un gráfico de puntos de dispersión. Las pruebas estadísticas se realizaron con Sigmaplto12.0 y se expresaron de manera gráfica mediante el programa PismPlot12.0

## DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Variable dependiente	Definición	Operacionalización	Escala	Indicador
Ángulo de Cobb	Medición del ángulo entre la vértebra límite superior e inferior expresado en grados	La obtención de esta variable se hará mediante la revisión del expediente electrónico utilizando el software PACS a los pacientes que cumplan los criterios descritos	Cuantitativa, discreta	Grados
Severidad	Grado de curvatura de la convexidad principal	La obtención de esta variable se hará mediante la revisión del expediente electrónico utilizando el software PACS a los pacientes que cumplan los criterios descritos	Cuantitativa discreta	Grave (igual o mayor a 45°), Severo (igual o mayor a 100°)
Curva principal	Segmento vertebral en donde se encuentra el ápex de la curva escoliótica	La obtención de esta variable se hará mediante la revisión del expediente electrónico utilizando el software PACS a los pacientes que cumplan los criterios descritos	Cualitativa, dicotómica	Torácica, lumbar
Osteopenia	Medición de la densidad ósea en los 2/3 anteriores del cuerpo vertebral lumbar evitando cortical y osteofitos presentes.	La obtención de esta variable se hará mediante la revisión del expediente electrónico utilizando el Software PACS a los pacientes que cumplan los criterios descritos y usando como cohorte 176 - 125 UH.	Cualitativa nominal	Unidades Hounsfield



Osteoporosis	Medición de la densidad ósea en los 2/3 anteriores del cuerpo vertebral torácico / lumbar evitando cortical y osteofitos presentes.	La obtención de esta variable se hará mediante la revisión del expediente electrónico utilizando el Software PACS a los pacientes que cumplan los criterios descritos y usando como cohorte <124 UH.	Cualitativa nominal	Unidades Hounsfield
--------------	---	--	---------------------	---------------------

Variable independiente	Definición	Operacionalización	Escala	Indicador
Sexo	Características fenotípicas que diferencian a los humanos	La obtención de esta variable se hará mediante la revisión del expediente electrónico utilizando el Software PACS a los pacientes que cumplan con los criterios descritos.	Cualitativa, dicotómica	Hombre, mujer
Hemoglobina	Proteína presente en los glóbulos rojos, cuya función es el transporte de oxígeno	La obtención de esta variable se hará mediante la revisión del expediente electrónico utilizando el Software Modulab a los pacientes que cumplan con los criterios antes descritos.	Cuantitativa continua	mg/dl
Edad	El lapso que transcurre desde el nacimiento hasta el momento actual, expresado en años, meses y días.	La obtención de esta variable se hará mediante la revisión de la historia clínica que se obtendrá del expediente clínico con los criterios de selección previamente comentados	Cuantitativa discreta	Años de vida
Diagnóstico principal	Diagnóstico establecido por el servicio de cirugía de columna que fue la causa por la que se intervino quirúrgicamente.	La obtención de esta variable se hará mediante la revisión de la historia clínica en el expediente clínico.	Cualitativa nominal	Escoliosis idiopática juvenil, Escoliosis sindrómica, Escoliosis congénita

## **ANÁLISIS ESTADÍSTICO.**

Se realizó un análisis de grupos por prueba de U Mann – Whitney comparando las UH preoperatorias y el ángulo de Cobb, para conocer la relación de la densidad ósea y el ángulo de Cobb. Prueba de Wilcoxon para estudio de relación entre el segmento de la curvatura principal y UH pre y postquirúrgicas; prueba de T de Studen para relacionar el segmento de la curvatura principal a UH así como la etiología de Escoliosis; para el estudio de la diferencia de UH pre y postquirúrgicas se uso una Gráfica de barra de errores bajo un análisis por T de student. Por último se utilizó una prueba de T de student para el análisis de la relación entre las UH y el ángulo postquirúrgico con un gráfico de puntos de dispersión. Las pruebas estadísticas se realizaron con Sigmaplto12.0 y se expresaron de manera gráfica mediante el programa PismPlot12.0

## RESULTADOS

Se estudió una muestra de 29 niños con diagnóstico de escoliosis sometidos a artrodesis posterior, la media de edad fue de  $13.2 \pm 1.6$  años, el 72.4% fueron del sexo femenino y el 27.6% masculinos. Dentro de las causas de escoliosis se analizó que el 65.5% no se identificó una causa, el 27.6% estaba asociado a escoliosis congénita y el 6.9% algún síndrome genético, **ver Tabla 1.**

<b>Tabla 1.</b> Características generales de los pacientes con escoliosis sometidos a artrodesis posterior, n=29	
Edad (años) <sup>a</sup>	13.2 ± 1.6 (12.6 – 13.8)
Sexo <sup>b</sup>	
Femenino	21 (72.4)
Masculino	8 (27.6)
Hb (g/dL) <sup>a</sup>	14.6 ± 1.3 (14.1- 15.1)
Etiología de la escoliosis <sup>b</sup>	
Congénita	8 (27.6)
Sindrómica	2 (6.9)
Idiopática Juvenil	19 (65.5)
<sup>a</sup> Media ± DE (IC 95%) <sup>b</sup> Frecuencia (%)	

Se comparó entre el nivel de severidad de la escoliosis en grave con una media de ángulo de  $63.9^\circ$  y severo con una media de  $105^\circ$ , ( $p < 0.001$ ), respecto a las características clínicas de los pacientes, no encontrando diferencias entre la edad, el sexo, la etiología de la enfermedad, la localización de la afección en torácica o lumbar. Las mediciones de UH por tomografía en los pacientes graves fue de  $177.9 \pm 35.2$  versus los pacientes severos de  $153 \pm 35.2$ , aunque no fue estadísticamente significativo, la relevancia indica que los pacientes con mayor grado de escoliosis presentan menor densidad ósea, donde ambos grupos mejoran posterior al procedimiento quirúrgico, **ver Tabla 2.**

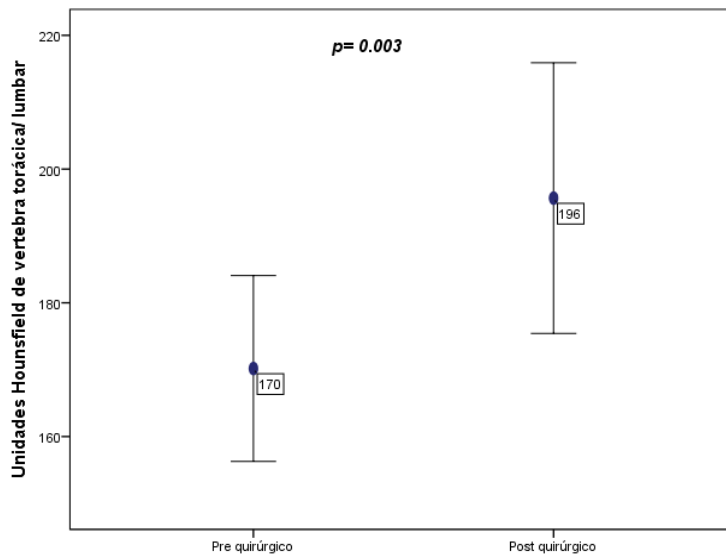
<b>Tabla 2.</b> Comparación entre la severidad de la escoliosis con las características clínicas de pacientes en edad pediátrica			
	<b>Grave n=20</b>	<b>Severo n=9</b>	<b>Valor p</b>
Edad (años) <sup>a</sup>	13.6 ± 1.4 (12.9 – 14.2)	12.5 ± 1.8 (11.1- 13.9)	0.152
Sexo <sup>b</sup>			0.517
Femenino	14 (70)	7 (77.8)	
Masculino	6 (30)	2 (22.2)	
Hb (g/dL) <sup>a</sup>	14.5 ± 1.5 (13.8 – 15.2)	14.8 ± 1.1 (14.0 – 15.7)	0.566
Etiología de la escoliosis <sup>c</sup>			0.415
Congénita	3 (15)	5 (55.6)	
Sindrómica	2 (10)	0	
Idiopática Juvenil	15 (75)	4 (44.4)	
Tiempo entre cirugía y TC control (días) <sup>d</sup>	1 (1 – 2)	1 (1 – 1.5)	0.764
Curvatura afectada <sup>b</sup>			0.688
Torácica	18 (90)	8 (88.9)	
Lumbar	2 (10)	1 (11.1)	
Ángulo pre-cirugía <sup>e</sup>	63.9 ± 13.1 (57.7 – 70.0)	105 (102 – 123)	<b>&lt;0.001</b>
UH pre-cirugía	177.9 ± 35.2 (161.4 – 194.3)	153 ± 35.2 (125.8 – 180.1)	0.090
UH post cirugía	201.3 ± 59.3 (173.8 – 229.3)	184.4 ± 35.4 (155.2 – 209.6)	0.291

<sup>a</sup> Media ± DE (IC 95%), valor de *p* por prueba t student  
<sup>b</sup> Frecuencia (%), valor de *p* por prueba Exacta de Fisher  
<sup>c</sup> Frecuencia (%), valor de *p* por prueba  $\chi^2$  Tendencia lineal  
<sup>d</sup> Medianas (percentil 25-75), valor de *p* por prueba U de Mann Whitney  
<sup>e</sup> Media ± DE (IC 95%)/ mediana (percentil 25-75), valor de *p* por prueba U de Mann Whitney

La calidad ósea (UH) se observó que no existe diferencias entre la etiología de la enfermedad, en la idiopática juvenil la media fue de  $174 \pm 36.4$  UH y en la congénita fue de  $175.2 \pm 26.1$ . Sin embargo, al comparar las UH pre y post cirugía, la escoliosis idiopática juvenil mostro diferencias entre la UH, mejorando la densidad ósea posterior al procedimiento, ( $p= 0.008$ ). De acuerdo al segmento afectado no hubo suficiente muestra para evaluar la calidad ósea en la región lumbar, por otro lado, en el segmento torácico hubo diferencias estadísticas en el incremento de las UH posterior a la cirugía de  $169.3$  a  $198.5$  UH, ( $p=0.002$ ). Los pacientes clasificados como escoliosis grave tuvieron mejores diferencias significativas en las UH que los pacientes con escoliosis severa, ver **Tabla 3**. En el análisis global de los pacientes la UH pre cirugía fue de  $170.1 \pm 36.5$  ( $156.2 - 184.0$  IC 95%) versus post cirugía de  $195.6 \pm 53.2$  ( $175.4 - 215.8$ ), ( $p=0.003$ ), ver **Figura 1**.

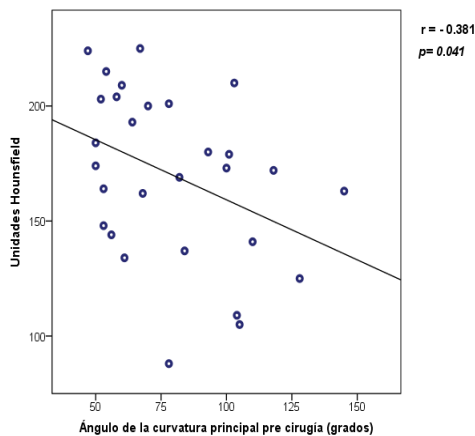
<b>Tabla 3.</b> Diferencias en las UH prequirúrgicas y postquirúrgicas y las características clínicas de los pacientes con escoliosis			
	<b>UH prequirúrgica</b>	<b>UH postquirúrgica</b>	<b>Valor p</b>
Etiología de la escoliosis <sup>a</sup>			
Congénita	$175 \pm 26.1$ (156.6 – 191.8)	$197 \pm 32.4$ (169.8 – 224.1)	0.245
Sindrómica	$111 \pm 32.5$ (181.2 – 403.2)	$114 \pm 48$ (318 – 546)	0.830
Idiopática Juvenil	$174.2 \pm 36.4$ (156.6 – 191.8)	$203.6 \pm 55.2$ (177 – 230.3)	<b>0.008</b>
Segmento			
Torácico <sup>a</sup>	$169.3 \pm 38$ (154.3 – 184.7)	$198.5 \pm 54.7$ (176.3 – 220.6)	<b>0.002</b>
Lumbar <sup>b</sup>	164 (163 - )	152 (151 - )	0.285
Nivel de severidad <sup>a</sup>			
Grave	$177.9 \pm 35.2$ (161.4 – 194.3)	$201.3 \pm 59.3$ (173.8 – 229.3)	<b>0.024</b>
Severo	$153 \pm 35.2$ (125.8 – 180.1)	$184.4 \pm 35.4$ (155.2 – 209.6)	0.078

<sup>a</sup> Media  $\pm$  DE (IC 95%), valor de  $p$  por prueba de t de student pareada  
<sup>b</sup> Mediana (percentil 25), valor de  $p$  por prueba de Wilcoxon

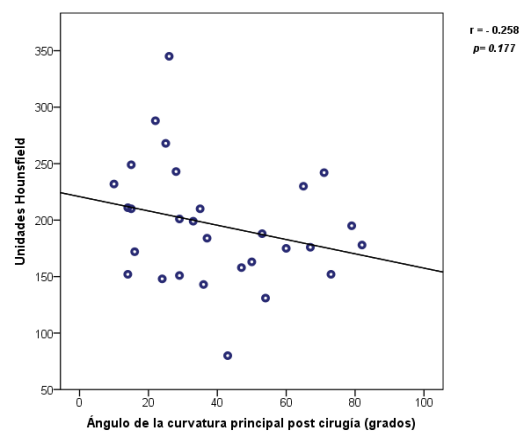


**Figura 1.** Gráfica de barras de error: muestra la media e intervalos de confianza al 95% (IC 95%) de la densidad ósea (UH) previos y posterior a la cirugía de artrodesis posterior en los pacientes con escoliosis severa y grave.

En el análisis de correlación entre el ángulo de escoliosis y la densidad ósea (UH) previos a la cirugía, mostro una correlación negativa débil de  $r = -0.384$  ( $p=0.041$ ), es decir, que entre mayor ángulo en la curvatura de la columna existe una menor densidad ósea (UH), ver **Figura 2**. Por otro lado, la tendencia en la correlación negativa débil se ve reflejada posterior a la cirugía con un valor de  $p$  no significativo, ver **Figura 3**.

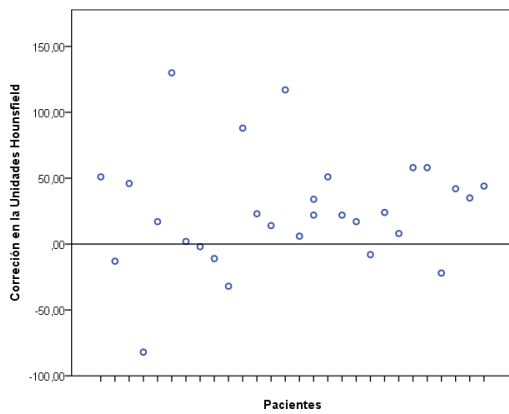


**Figura 2.** Gráfica de puntos de dispersión: correlación negativa débil entre los grados de escoliosis y las unidades Hounsfield previos a la cirugía.

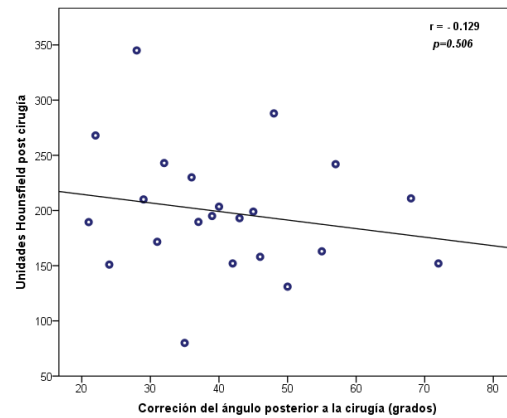


**Figura 3.** Gráfica de puntos de dispersión: correlación negativa débil entre los grados de escoliosis y las unidades Hounsfield posterior a la cirugía.

El análisis de diferencias de corrección previos y posterior a la cirugía, muestra que el 24.1% (n=7) disminuyo su densidad ósea posterior a la cirugía entre un rango mínimo de 2 y máximo de 82 UH de diferencia, ver **Figura 4**. El análisis de correlación entre las diferencias de los grados de corrección y las unidades Hounsfield posterior a la cirugía, no mostró tendencia de mayor grado de corrección y mejoría en la densidad ósea, ver **Figura 5**.



**Figura 4.** Gráfica de puntos de dispersión: resultado de las diferencias en las UH pre y posquirúrgicas.



**Figura 5.** Gráfica de puntos de dispersión: correlación negativa débil entre la corrección del ángulo y las UH posterior a la cirugía.



## DISCUSIÓN

El estudio de la relación entre la calidad ósea y la severidad de la curvatura escoliótica aportaría nuevos métodos de intervención oportuna, con la finalidad de evitar curvaturas graves y severas con mayor riesgo de morbilidad quirúrgica, alteraciones cardiorrespiratorias así mejorar el entorno psicosocial del paciente con escoliosis. Previamente se ha determinado que pacientes con escoliosis cursan con disminución de la calidad ósea, tal como lo ha demostrado Yu W, Chan K en su estudio “Abnormal bone quality versus low bone mineral density in adolescent idiopathic scoliosis: A case-control study with in vivo high-resolution peripheral quantitative computed tomography” siendo afectada la morfometría ósea en comparación con pacientes sin escoliosis; a su vez el origen de la disminución de la calidad ósea no se ha determinado, incluso no se ha dilucidado si la calidad ósea es deficiente y por ello se inicia un proceso de deformación y progresión, o la severidad de la deformación sea la causante de una calidad ósea disminuida, debido a que en el ápex se observa una disminución de la densidad en la porción convexa en comparación a la porción cóncava, donde se muestra mayor densidad. Se han realizado diversos estudios comparativos con el fin de usar la tomografía simple como un método válido de demostración de calidad ósea, comparándola con la densitometría ósea a fin de dar más relevancia y utilidad a la tomografía simple preoperatoria escoliótica un ejemplo es Measurement techniques and utility of Hounsfield unit values for assesment of bone quality prior to spinal instrumentation, Zaidi Q, Danisa O.

En este estudio retrospectivo transversal utilizamos los valores de cohorte mayor o igual a 177 UH para densidad “normal”, 125 – 176 UH para osteopenia y menor o igual a 124 para osteoporosis tomando como referencia los valores determinados por Elarjani T en su estudio Quantifying bone quality using computed tomography hounsfield units in the mid-sagittal view of the lumbar spine,

los cuales cuentan con un índice de confiabilidad de 95% y valor de  $P = <0.001$ ; Sin embargo en este estudio no se encontró una relación directa de la disminución de la calidad ósea con el nivel de severidad del ángulo de Cobb. Dentro de nuestros resultados reportados fue más grande el grupo con  $>45^\circ$  de la curvatura y densidad ósea normal, seguido del grupo con osteopenia y un ángulo de Cobb  $>100^\circ$ , dejando la siguiente pregunta ¿Un grupo de estudio más grande permitiría dilucidar más la relación de la densidad ósea disminuida con la severidad de la curva?. El número de casos es una limitante debido a que como se confirma de acuerdo a la literatura, el porcentaje de pacientes con escoliosis que ameriten un tratamiento médico es del 1% y los que requieren una intervención quirúrgica es 0.01% siendo necesario un universo más amplio de pacientes que nos permita responder a esta pregunta. Por el contrario se encontró una diferencia estadísticamente significativa entre la brecha de mejoría de UH en el Preoperatorio y Postoperatorio con una  $P < =0.003\%$  abriendo una oportunidad del estudio causal de esta información, con factores como la dieta, ejercicio, cambios en el estilo de vida, toma de medicamentos coadyuvantes en la absorción de calcio y/o mineralización ósea, o incluso pudiendo ser un artefacto al realizar mediciones, sin embargo todas las mediciones se realizaron en vértebras no instrumentadas y tomando los criterios para determinar el ROI (región de observación de interés) previamente establecidos. Pacientes con escoliosis idiopática cursan con una mayor mejoría en UH en el postoperatorio en comparación con las otras etiologías así como el grupo con severidad clasificada como grave. Por último se observó que los pacientes con densidades anormales cursaron con mejoría promedio de la curva del  $44^\circ$ , es decir un  $10^\circ$  más de mejoría de corrección en comparación con individuos de densidad “normal” correspondiente a un  $34^\circ$ , esto sin embargo consideremos que existe un sesgo debido a que no contamos con un estudio transoperatorio que confiera el mismo torque a la distracción del lado cóncavo a todos los pacientes intervenidos mediante una artrodesis posterior instrumentada,

siendo una variable no medida en este estudio y por ende una oportunidad más en el amplio estudio del manejo de pacientes con Escoliosis.

## **CONCLUSIÓN**

Basado en los resultados obtenidos existe relevancia clínica entre la disminución de la calidad ósea y la severidad de la escoliosis, no obstante se recomienda una muestra más amplia de pacientes que cuenten con las características descritas y sean objeto de estudio para que sea estadísticamente significativo. El análisis de los distintos grupos demuestra que la densidad ósea disminuida mejora en el postoperatorio siendo un área de oportunidad de investigación causal, sin embargo no existe un grupo más afectado por densidad ósea anormal según nuestro estudio.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Cheng JC, Castelein RM, Chu WC, Danielsson AJ, Dobbs MB, Grivas TB, et al. Adolescent idiopathic scoliosis. *Nat Rev Dis Primers* [Internet]. 2015;1(1). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1038/nrdp.2015.30>
2. Meiring AR, de Kater EP, Stadhouders A, van Royen BJ, Breedveld P, Smit TH. Current models to understand the onset and progression of scoliotic deformities in adolescent idiopathic scoliosis: a systematic review. *Spine Deform* [Internet]. 2023;11(3):545–58. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s43390-022-00618-1>
3. Tarrant RC, Queally JM, Moore DP, Kiely PJ. Prevalence and impact of low body mass index on outcomes in patients with adolescent idiopathic scoliosis: a systematic review. *Eur J Clin Nutr* [Internet]. 2018;72(11):1463–84. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1038/s41430-018-0095-0>
4. Lonner BS, Toombs CS, Husain QM, Sponseller P, Shufflebarger H, Shah SA, et al. Body mass index in adolescent spinal deformity: Comparison of scheuermann's kyphosis, adolescent idiopathic scoliosis, and normal controls. *Spine Deform* [Internet]. 2015;3(4):318–26. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jspd.2015.02.004>
5. Vwy Hung B, Qin L, Cheung C, Lam T, Tse Y, Guo X, et al. COPYRIGHT © 2005 BY THE JOURNAL OF BONE AND JOINT SURGERY, INCORPORATED Osteopenia: A New Prognostic Factor of Curve Progression in Adolescent Idiopathic Scoliosis [Internet]. 2005. Disponible en: <http://journals.lww.com/jbjsjournal>
6. Yu W-S, Chan K-Y, Yu FWP, Yeung H-Y, Ng BKW, Lee K-M, et al. Abnormal bone quality versus low bone mineral density in adolescent idiopathic scoliosis: a case-control study with in vivo high-resolution peripheral quantitative computed tomography. *Spine J* [Internet]. 2013;13(11):1493–9. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.spinee.2013.05.018>
7. Wang ZW, Hung VWY, Chen HX, Lee KM, Lee YW, Ng BKW, et al. Bone mineral density as a prognostic factor for curve progression in adolescent idiopathic scoliosis: a longitudinal validation study. *Scoliosis* [Internet]. 2015;10(S1). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1186/1748-7161-10-s1-o9>
8. Hayden AC, Binkley N, Krueger D, Bernatz JT, Kadri A, Anderson PA. Effect of degeneration on bone mineral density, trabecular bone score and CT Hounsfield unit measurements in a spine surgery patient population. *Osteoporos Int* [Internet]. 2022;33(8):1775–82. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s00198-022-06407-w>
9. Aynaszyan S, Devia LG, Parry MW, Badve S, DelSole EM. Patterns of misdiagnosis and discordance in detecting osteoporosis: A comparison of dual-energy X-ray absorptiometry and lumbar computed tomography Hounsfield units. *Clin Spine Surg* [Internet].

2023; Publish Ahead of Print. Disponible en:  
<http://dx.doi.org/10.1097/bsd.0000000000001466>

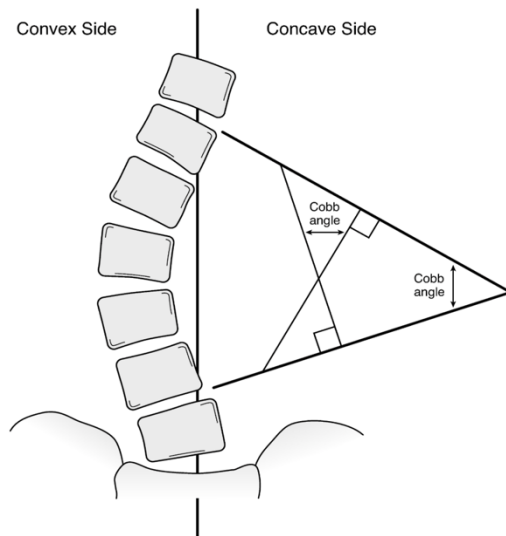
10. Colantonio DF, Saxena SK, Vanier A, Rodkey D, Tintle S, Wagner SC. Cervical spine computed tomography Hounsfield units accurately predict low bone mineral density of the femoral neck. *Clin Spine Surg* [Internet]. 2020;33(2):E58–62. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1097/bsd.0000000000000879>
11. Zaidi Q, Danisa OA, Cheng W. Measurement techniques and utility of Hounsfield unit values for assessment of bone quality prior to spinal instrumentation: A review of current literature. *Spine (Phila Pa 1976)* [Internet]. 2019;44(4):E239–44. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1097/brs.0000000000002813>
12. Viswanathan VK, Shetty AP, Rai N, Sindhiya N, Subramanian S, Rajasekaran S. What is the role of CT-based Hounsfield unit assessment in the evaluation of bone mineral density in patients undergoing 1- or 2-level lumbar spinal fusion for degenerative spinal pathologies?: a prospective study. *Spine J* [Internet]. 2023; Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.spinee.2023.05.015>
13. Yang G, Wang H, Wu Z, Shi Y, Zhao Y. Prediction of osteoporosis and osteopenia by routine computed tomography of the lumbar spine in different regions of interest. *J Orthop Surg Res* [Internet]. 2022;17(1). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1186/s13018-022-03348-2>
14. Elarjani T, Warner T, Nguyen K, Nguyen S, Urakov TM. Quantifying bone quality using computed tomography Hounsfield units in the mid-sagittal view of the lumbar spine. *World Neurosurg* [Internet]. 2021;151:e418–25. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.wneu.2021.04.051>
15. Ohashi M, Hirano T, Watanabe K, Katsumi K, Shoji H, Mizouchi T, et al. Bone mineral density after spinal fusion surgery for adolescent idiopathic scoliosis at a minimum 20-year follow-up. *Spine Deform* [Internet]. 2018;6(2):170–6. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jspd.2017.09.002>
16. Hayden AC, Binkley N, Krueger D, Bernatz JT, Kadri A, Anderson PA. Effect of degeneration on bone mineral density, trabecular bone score and CT Hounsfield unit measurements in a spine surgery patient population. *Osteoporos Int* [Internet]. 2022;33(8):1775–82. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s00198-022-06407-w>
17. Li X-F, Li H, Liu Z-D, Dai L-Y. Low bone mineral status in adolescent idiopathic scoliosis. *Eur Spine J* [Internet]. 2008;17(11):1431–40. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s00586-008-0757-z>
18. Chiru M. Adolescent idiopathic scoliosis and osteopenia). *Maedica (Bucur)*. 2011 Jan;6(1):17-22. PMID: 21977185; PMCID: PMC3150025.
19. Yang Y, Chen Z, Huang Z, Tao J, Li X, Zhou X, et al. Risk factors associated with low bone mineral density in children with idiopathic scoliosis: a scoping review. *BMC*

- Musculoskeletal Disord [Internet]. 2023;24(1). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1186/s12891-023-06157-8>
20. Goździalska, A., Jaśkiewicz, J., Knapik-Czajka, M., Drąg, J., Gawlik, M., Cieśla, M., Kulis, A., Zarzycki, D., & Lipik, E. (2016). Association of Calcium and Phosphate Balance, Vitamin D, PTH, and Calcitonin in Patients With Adolescent Idiopathic Scoliosis. *Spine*, 41(8), 693–697. <https://doi.org/10.1097/BRS.0000000000001286>
  21. Batista, R., Martins, D. E., Hayashi, L. F., Lazaretti-Castro, M., Puertas, E. B., & Wajchenberg, M. (2014). Association between vitamin D serum levels and adolescent idiopathic scoliosis. *Scoliosis*, 9(Suppl 1), O45. <https://doi.org/10.1186/1748-7161-9-S1-O45>
  22. Zhu Q, Chen J, Chen C, Wang H, Yang S. Association between calcium-phosphorus balance and adolescent idiopathic scoliosis: A meta-analysis. *Acta Orthop Traumatol Turc* [Internet]. 2019;53(6):468–73. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.aott.2019.08.012>
  23. Kawakami N, Tsuji T, Imagama S, Lenke LG, Puno RM, Kuklo TR. Classification of congenital scoliosis and kyphosis: A new approach to the three-dimensional classification for progressive vertebral anomalies requiring operative treatment. *Spine (Phila Pa 1976)* [Internet]. 2009;34(17):1756–65. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1097/brs.0b013e3181ac0045>
  24. Kawakami, N., Tsuji, T., Imagama, S., Lenke, L. G., Puno, R. M., Kuklo, T. R., & Spinal Deformity Study Group (2009). Classification of congenital scoliosis and kyphosis: a new approach to the three-dimensional classification for progressive vertebral anomalies requiring operative treatment. *Spine*, 34(17), 1756–1765. <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e3181ac0045>
  25. Tsutsui S, Yoshimura N, Watanuki A, Yamada H, Nagata K, Ishimoto Y, et al. Risk factors and natural history of DE Novo degenerative lumbar scoliosis in a community-based cohort: The miyama study. *Spine Deform* [Internet]. 2013;1(4):287–92. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jspd.2013.05.005>
  26. Hawary RE, Zaaroor-Regev D, Floman Y, Lonner BS, Alkhalife YI, Betz RR. Brace treatment in adolescent idiopathic scoliosis: risk factors for failure—a literature review. *Spine J* [Internet]. 2019;19(12):1917–25. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.spinee.2019.07.008>
  27. Almomen FA, Altaweel AM, Abunadi AK, Hashem AE, Alqarni RM, Alsiddiky AM. Determining the correlation between Cobb angle severity and bone mineral density in women with adolescent idiopathic scoliosis. *J Taibah Univ Med Sci* [Internet]. 2021;16(3):365–8. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtumed.2020.12.019>
  28. Ohashi M, Watanabe K, Hirano T, Hasegawa K, Katsumi K, Shoji H, et al. Long-term impacts of brace treatment for adolescent idiopathic scoliosis on body composition,

- paraspinal muscle morphology, and bone mineral density. *Spine (Phila Pa 1976)* [Internet]. 2019;44(18):E1075–82. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1097/brs.0000000000003069>
29. Asher MA, Burton DC. Adolescent idiopathic scoliosis: natural history and long term treatment effects. *Scoliosis* [Internet]. 2006;1(1). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1186/1748-7161-1-2>
  30. Yip BHK, Yu FWP, Wang Z, Hung VWY, Lam TP, Ng BKW, et al. Prognostic value of bone mineral density on curve progression: A longitudinal cohort study of 513 girls with Adolescent Idiopathic Scoliosis. *Sci Rep* [Internet]. 2016;6(1). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1038/srep39220>
  31. Voleti PB, Shen FH, Arlet V. Failure of monoaxial pedicle screws at the distal end of scoliosis constructs: A case series. *Spine Deform* [Internet]. 2014;2(2):110–21. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jspd.2013.11.004>
  32. Cheng Y, Yang H, Hai Y, Pan A, Zhang Y, Zhou L. Hounsfield unit for assessing asymmetrical loss of vertebral bone mineral density and its correlation with curve severity in adolescent idiopathic scoliosis. *Front Surg* [Internet]. 2022;9. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3389/fsurg.2022.1000031>
  33. Cheng JCY, Qin L, Cheung CSK, Sher AHL, Lee KM, Ng SWE, et al. Generalized low areal and volumetric bone mineral density in adolescent idiopathic scoliosis. *J Bone Miner Res* [Internet]. 2000;15(8):1587–95. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1359/jbmr.2000.15.8.1587>
  34. Chau WW, Ng BK, Hung AL. Health-related quality of life (HRQOL) of adolescent idiopathic scoliosis (AIS) patients from surgery to after 30 years using SRS-22 questionnaire. *Spine Deform*. 2020 Oct;8(5):951-956. doi: 10.1007/s43390-020-00132-2. Epub 2020 May 15. PMID: 32415622.



## ANEXOS



### Ángulo de Cobb

En el método Cobb, se dibujan dos líneas en una radiografía posteroanterior de la columna vertebral, una que se extiende desde la parte superior de la vértebra superior más inclinada y la otra desde la parte inferior de la vértebra inferior más inclinada. El ángulo formado por estas líneas es el ángulo de Cobb.

Figura 1. (Márquez Sánchez, 2017)

**Figura 4.** La magnitud de la curva se calcula con la medida del ángulo de Cobb, que es el ángulo que forman las vértebras más inclinadas en la parte superior e inferior de la curva.

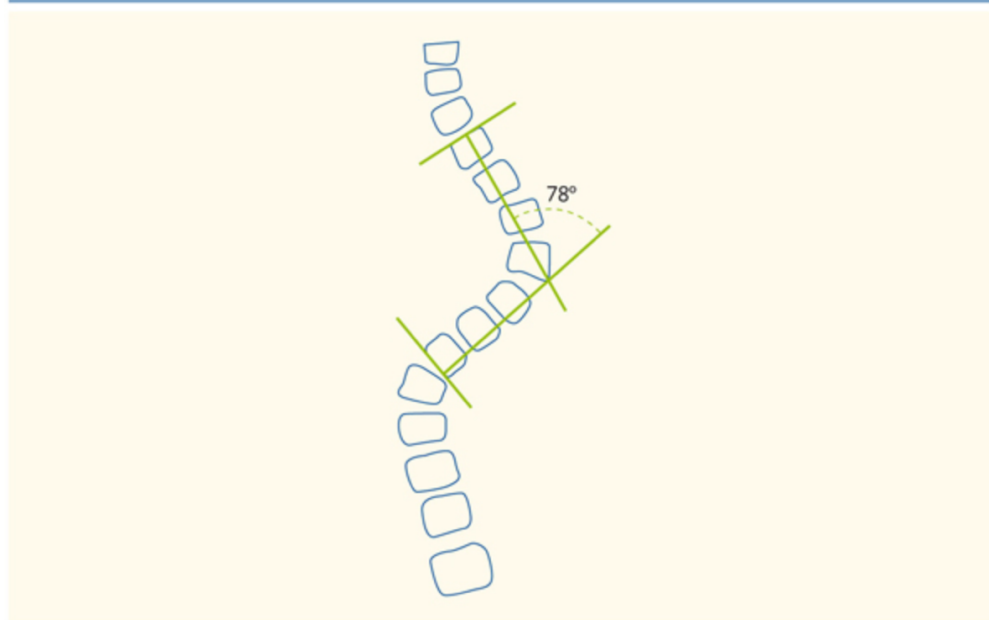
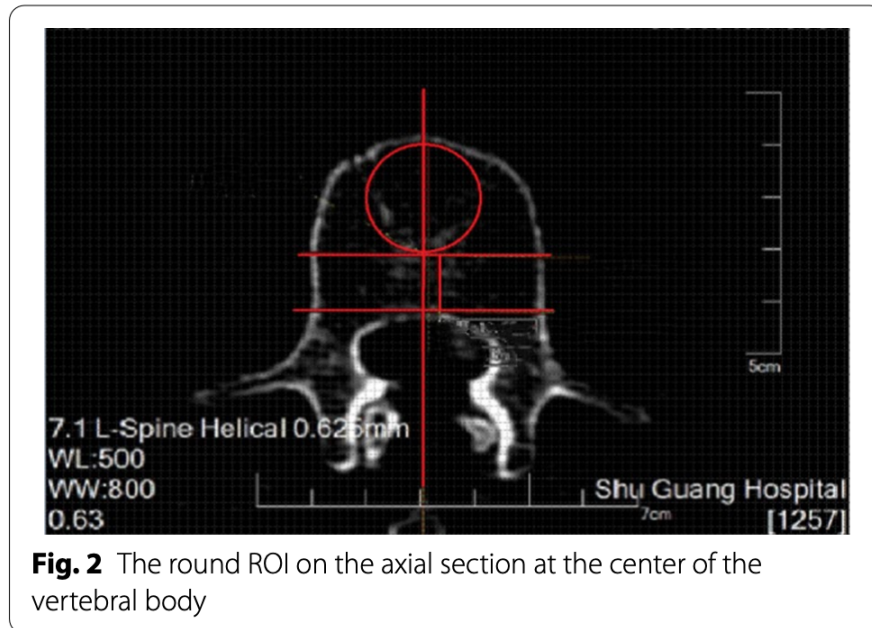


Figura 2. (Álvarez y Nuñez, 2011)

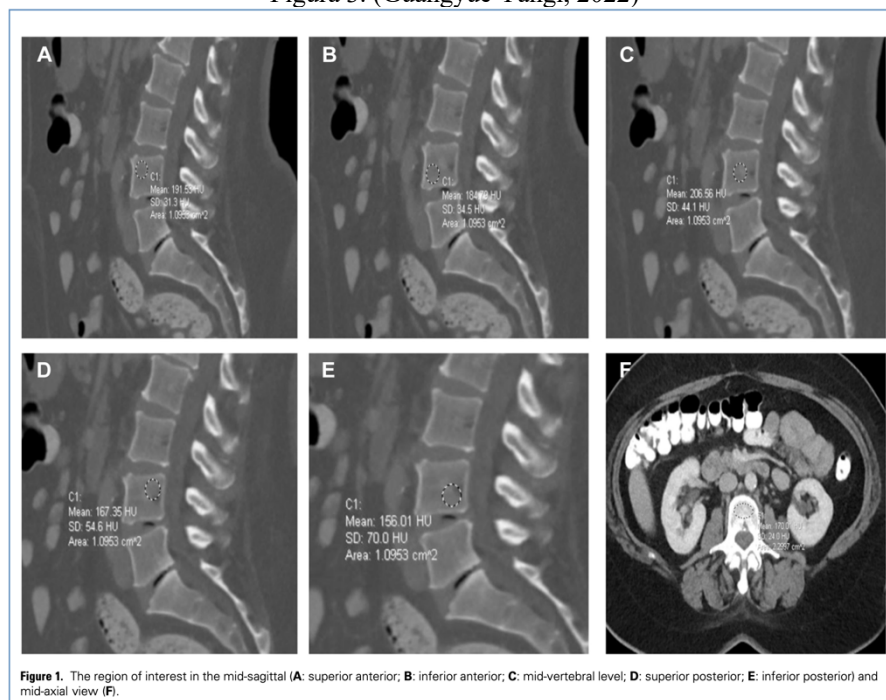
Tipo de escoliosis	Ángulo de Cobb	Tratamiento Orientativo
Leve	10° – 25°	Ejercicios de Fisioterapia
Moderado	25° – 45°	Fisioterapia + <b>Tratamiento Ortopédico (Corsé)</b> .
Grave	>45°	Posibilidad de tratamiento quirúrgico

Tabla de clasificación de la Gravedad de la Escoliosis y de la Orientación del Tratamiento basadas en el Ángulo de Cobb  
 Tabla 1. (Ortopedia Plantia, <https://plantiaortopedia.com/angulo-de-cobb-y-escoliosis/>)



**Fig. 2** The round ROI on the axial section at the center of the vertebral body

Figura 3. (Guangyue Yangi, 2022)



**Figure 1.** The region of interest in the mid-sagittal (A: superior anterior; B: inferior anterior; C: mid-vertebral level; D: superior posterior; E: inferior posterior) and mid-axial view (F).

Figura 4. (Turki Elarjani, 2021)

## **CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO**

Título de la Investigación: **RELACIÓN ENTRE LA CALIDAD ÓSEA Y LA SEVERIDAD DE LA ESCOLIOSIS EN NIÑOS TRATADOS QUIRÚRGICAMENTE, ESTUDIO DE EVALUACIÓN Y CORRELACIÓN**

Nombre del Investigador Principal: Dr. Hugo Vilchis Sámano

Nombre de la persona que participará en la Investigación: Dr. Ambrocio González Alberto Uriel

A través de este documento que forma parte del proceso para la obtención del consentimiento informado, me gustaría invitarlo a participar en la investigación titulada: **RELACIÓN ENTRE LA CALIDAD ÓSEA Y LA SEVERIDAD DE LA ESCOLIOSIS EN NIÑOS TRATADOS QUIRÚRGICAMENTE, ESTUDIO DE EVALUACIÓN Y CORRELACIÓN**. Antes de decidir, necesita entender por qué se está realizando esta investigación y en qué consistirá su participación. Por favor tómese el tiempo que usted necesite, para leer la siguiente información cuidadosamente y pregunte cualquier cosa que no comprenda. Si usted lo desea puede consultar con personas de su confianza (Familiar y/o Médico tratante) sobre la presente investigación.

### **1. ¿Dónde se llevará a cabo esta investigación?**

Esta investigación se llevará a cabo en las instalaciones del Instituto Mexicano de Seguro Social; Hospital de traumatología y Ortopedia Lomas Verdes, específicamente en servicio de Cirugía de Columna, área de Escoliosis

### **2. ¿Cuál es el objetivo de esta investigación?**

Analizar la relación entre la calidad ósea y la presencia, severidad y progresión de la escoliosis en niños tratados quirúrgicamente.

### **3. ¿Por qué es importante esta investigación?**

Porque con los resultados de dicha investigación contribuiremos a mejorar las técnicas quirúrgicas con las que tratamos las diferentes variedades de escoliosis en búsqueda de mejorar el pronóstico.

#### **4. ¿Por qué he sido invitado a participar en esta investigación?**

Ha sido invitado a formar parte de esta investigación, porque cumple con las características enlistadas a continuación:

Sexo indistinto

Pacientes con el diagnóstico establecido de Escoliosis idiopática

Pacientes tratados quirúrgicamente mediante Instrumentación posterior y colocación de barras.

#### **5. ¿Estoy obligado a participar?**

Su participación es **voluntaria, anónima y confidencial**; no tiene que participar forzosamente. No habrá impacto negativo alguno si decide no participar en la investigación, y **no demeritará de ninguna manera la calidad de la atención** que reciba en el Instituto Mexicano de Seguro Social; Hospital de traumatología y Ortopedia Lomas Verdes.

#### **6. ¿En qué consistirá mi participación y cuánto durará?**

- Solo en proporcionar la información que el investigador le pida.
- En este caso solo acceder a su expediente físico, electrónico y archivo imagenológico.

Si está de acuerdo en participar, le pediremos que escriba su nombre y firme el formato de Consentimiento Informado y firme al final de este.

#### **7. ¿Cuáles son los posibles beneficios de formar parte de esta investigación?**

En realidad, no hay beneficios solo se le seguirá atendiendo en su consulta y si requiere de alguna reintervención o algún medicamento se le otorgará.

**8. ¿Cuáles son los posibles riesgos de formar parte de esta investigación?**

ninguno porque solo se recabarán algunos datos que el investigador obtenga con relación a su expediente físico, electrónico y archivo imagenológico.

**9. ¿Tendré alguna molestia durante y/o después de mi participación?**

No ninguna.

**11. ¿Recibiré alguna compensación por mi participación?**

No

**12. ¿Tendrá algún costo para mi participar en esta Investigación?**

Se le informa que los gastos relacionados con esta investigación que se originen a partir del momento en que, voluntariamente, acepta participar en la misma, no serán pagados por Usted. En el caso de que existan gastos adicionales originados por el desarrollo de esta investigación, serán cubiertos por el presupuesto de esta.

**13. Una vez que acepte participar ¿Es posible retirarme de la Investigación?**

Se le informa que usted tiene el derecho, en cualquier momento y sin necesidad de dar explicación de dejar de participar en la presente investigación, sin que esto disminuya la atención y calidad Únicamente avisando a alguno de los investigadores su decisión.

**14. ¿En qué casos se me puede suspender de la Investigación?**

Pacientes sin diagnóstico concluyente de escoliosis.

Pacientes no intervenidos quirúrgicamente

Pacientes que no cuentan con tomografía simple para el seguimiento

Pacientes que no tienen seguimiento por la consulta externa mínimo durante 6 meses

### **15. ¿Qué sucede cuando la Investigación termina?**

Los resultados, de manera anónima, podrán ser publicados en revistas de investigación científica o podrán ser presentados en congresos.

Es posible que sus estudios de imagen pueden ser usadas para otros proyectos de investigación relacionados, previa revisión y aprobación por los Comités de Investigación y de Ética en Investigación.

### **16. ¿A quién puedo dirigirme si tengo alguna complicación, preocupación o problema relacionado con la Investigación?**

Cualquier duda, preocupación o queja acerca de algún aspecto de la investigación o de la forma en que he sido tratado durante el transcurso de esta, por favor contacte a los investigadores principales:

Dr. Hugo Vilchis Sámano // Dr. Ambrocio González Alberto Uriel

### **Aclaraciones:**

- a) Esta investigación ha sido revisada y aprobada por el Comité de Investigación y Comité de Ética en Investigación, Instituto Mexicano de Seguro Social; Hospital de traumatología y Ortopedia Lomas Verdes, que son independientes al grupo de investigadores, para proteger sus intereses.

- b) Su decisión de participar en la presente Investigación es **completamente voluntaria**.
- c) En el transcurso de la Investigación, usted podrá solicitar información actualizada sobre la misma, al investigador responsable.
- d) La información obtenida en esta investigación, utilizada para la identificación de cada participante será mantenida con estricta confidencialidad, conforme la normatividad vigente.
- e) Se le garantiza que usted recibirá respuesta a cualquier pregunta, duda o aclaración acerca de los procedimientos, riesgos, beneficios u otros asuntos relacionados con la presente investigación.
- f) Se hace de su conocimiento que existe la disponibilidad de tratamiento médico y la indemnización a que legalmente tendría derecho por parte del Instituto Mexicano de Seguro Social; Hospital de traumatología y Ortopedia Lomas Verdes, solamente en el caso de sufrir daños directamente causados por la Investigación.
- g) En caso de que sea usted padre/tutor, o representante legal de un menor de edad o de una persona incapaz de tomar la decisión o firmar este documento, sírvase firmar la presente Carta de Consentimiento Informado dando su autorización.
- h) En el caso de que el participante en la investigación se trate de un menor a partir de los 6 años, por favor de lectura al Asentimiento Informado anexo a este documento, para que el menor lo comprenda y autorice.
- i) Si considera que no hay dudas ni preguntas acerca de su participación, puede, si así lo desea, firmar la Carta de Consentimiento Informado.
- j) Se le comunica que esta Carta de Consentimiento Informado se elabora y firma en dos ejemplares originales, se le entregará un original y el otro lo conservará el investigador principal.

## k) FIRMA DE CONSENTIMIENTO

Yo, \_\_\_\_\_, manifiesto que fui informado (a) del propósito, procedimientos y tiempo de participación y en pleno uso de mis facultades, es mi voluntad participar en esta investigación titulada.

---

No omito manifestar que he sido informado(a) clara, precisa y ampliamente, respecto de los procedimientos que implica esta investigación así como de los riesgos a los que estaré expuesto ya que dicho procedimiento es considerado de \_\_\_\_ riesgo.

He leído y comprendido la información anterior, y todas mis preguntas han sido respondidas de manera clara y a mi entera satisfacción, por parte de \_\_\_\_\_.

---

**NOMBRE Y FIRMA DEL PARTICIPANTE**  
PADRE/TUTOR O REPRESENTANTE LEGAL  
(según aplique, se requiere identificación)

**TESTIGOS**

---

**NOMBRE Y FIRMA DEL INVESTIGADOR PRINCIPAL**

---

**NOMBRE Y FIRMA PARENTESCO DOMICILIO**

---

**NOMBRE Y FIRMA PARENTESCO DOMICILIO**

Nota: Los datos personales contenidos en la presente Carta de Consentimiento Informado, serán protegidos conforme a lo dispuesto en las Leyes Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública, General de Transparencia y Acceso a la Información Pública y General de Protección de Datos Personales en Posesión de Sujetos Obligados y demás normatividad aplicable en la materia.





INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
SEGURIDAD Y SOLIDARIDAD SOCIAL

UNIDAD MÉDICA DE ALTA ESPECIALIDAD HOSPITAL DE TRAUMATOLOGÍA Y ORTOPEDIA  
"LOMAS VERDES"  
MÓDULO DE CIRUGÍA DE COLUMNA  
HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

REGISTRO SIRELCYS NO.

FOLIO #

Fecha de Inicio del Estudio: \_\_\_\_\_

**I. DATOS DEL PACIENTE**

Nombre: \_\_\_\_\_ NSS: \_\_\_\_\_

Fecha de nacimiento: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

Edad en años al momento de la cirugía: \_\_\_\_\_

SEXO: M  F

Edad Actual: \_\_\_\_\_ Años

Nombre del papá / mamá / tutor del paciente: \_\_\_\_\_

Escolaridad: Primaria  Secundaria  Preparatoria  No Acude

Especificar si el paciente Labora: \_\_\_\_\_

Teléfono: \_\_\_\_\_

Lugar de Residencia: CdMx  Edo. México  Interior de la Republica

**II. PADECIMIENTO ACTUAL**

Diagnóstico: \_\_\_\_\_

Fecha de primer tomografía de columna completa: \_\_\_\_\_

Ángulo de Cobb pre quirúrgico: \_\_\_\_\_

**Interpretación de Resultados**

Grave: 45° a 99°

Severo: Igual o mayor a 100°

Grave

Severo

Segmento de la curva principal

Torácico

Lumbar

Unidades Hounsfield de la curva principal previo al evento quirúrgico: \_\_\_\_\_

**Interpretación de los Resultados**

**Normal: Igual o mayor a 177 UH**

**Osteopenia: 125 a 176 UH**

**Osteoporosis: Igual o menor a 124 UH**

Normal

Osteopenia

Osteoporosis

Hemoglobina preoperatoria: \_\_\_\_\_

Fecha de cirugía: \_\_\_\_\_

Tipo de cirugía: \_\_\_\_\_

Ángulo de Cobb posterior a cirugía: \_\_\_\_\_

Unidades Hounsfield de la curva principal posterior a evento quirúrgico: \_\_\_\_\_

## CONSIDERACIONES ÉTICAS

Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial Recomendaciones para guiar a los médicos en la investigación biomédica en personas. Adoptada por la 18 Asamblea Médica Mundial, Helsinki, Finlandia, junio de 1964 y enmendada por la 29 Asamblea Médica Mundial, Tokio, Japón, octubre de 1975, la 35 Asamblea Médica Mundial, Venecia, Italia, octubre de 1983 y la 41 Asamblea Médica Mundial, Hong Kong, septiembre de 1989.

Introducción.

Es misión del médico salvaguardar la salud de las personas. Su conocimiento y conciencia están dedicados al cumplimiento de esta misión. La Declaración de Ginebra de la Asociación Médica Mundial vincula al médico a la aseveración: «La salud de mi paciente será mi empeño principal» y el Código internacional de Ética Médica declara que «cuando un médico proporcione una asistencia médica que pudiera tener un efecto de debilitamiento del estado físico y mental del paciente el médico deberá actuar únicamente en interés del paciente». La finalidad de la investigación biomédica que implica a personas debe ser la de mejorar los procedimientos diagnósticos, terapéuticos y profilácticos y el conocimiento de la etiología y patogénesis de la enfermedad.

En la práctica médica actual, la mayoría de los procedimientos diagnósticos, terapéuticos o profilácticos implican riesgos. Esto rige especialmente en la investigación biomédica.

El progreso médico se basa en la investigación que, en última instancia, debe apoyarse en parte en la experimentación realizada en personas. En el campo de la investigación biomédica, debe

efectuarse una diferenciación fundamental entre la investigación médica en la cual el objetivo es esencialmente diagnóstico o terapéutico para los pacientes y la investigación médica cuyo objetivo esencial es puramente científico y que carece de utilidad diagnóstica o terapéutica directa para la persona que participa en la investigación.

Deben adoptarse precauciones especiales en la realización de investigaciones que puedan afectar al medio ambiente, y debe respetarse el bienestar de los animales utilizados en la investigación. Puesto que es esencial que los resultados de las pruebas de laboratorio se apliquen a seres humanos para obtener nuevos conocimientos científicos y ayudar a la humanidad enferma, la Asociación Médica Mundial ha preparado las siguientes recomendaciones como guía para todo médico que realice investigaciones biomédicas en personas. Esta guía debería revisarse en el futuro. Debe destacarse que las normas tal como se describen constituyen únicamente una guía para los médicos de todo el mundo. Los médicos no quedan exonerados de las responsabilidades penales, civiles y éticas que recogen las leyes de sus propios países.

### 18.1. Principios básicos

I. La investigación biomédica que implica a personas debe concordar con los principios científicos aceptados universalmente y debe basarse en una experimentación animal y de laboratorio suficiente y en un conocimiento minucioso de la literatura científica.

II. El diseño y la realización de cualquier procedimiento experimental que implique a personas debe formularse claramente en un protocolo experimental que debe presentarse a la consideración, comentario y guía de un comité nombrado especialmente, independientemente del investigador y del promotor, siempre que este comité independiente actúe conforme a las leyes y ordenamientos del país en el que se realice el estudio experimental.

III. La investigación biomédica que implica a seres humanos debe ser realizada únicamente por personas científicamente calificadas y bajo la supervisión de un facultativo clínicamente competente. La responsabilidad con respecto a las personas debe recaer siempre en el facultativo médicamente cualificado y nunca en las personas que participan en la investigación, por mucho que éstas hayan otorgado su consentimiento.

IV. La investigación biomédica que implica a personas no puede llevarse a cabo lícitamente a menos que la importancia del objetivo guarde proporción con el riesgo inherente para las personas.

V. Todo proyecto de investigación biomédica que implique a personas debe basarse en una evaluación minuciosa de los riesgos y beneficios previsibles tanto para las personas como para terceros. La salvaguardia de los intereses de las personas deberá prevalecer siempre sobre los intereses de la ciencia y la sociedad.

VI. Debe respetarse siempre el derecho de las personas a salvaguardar su integridad. Deben adoptarse todas las precauciones necesarias para respetar la intimidad de las personas y reducir al mínimo el impacto del estudio sobre su integridad física y mental y su personalidad.

VII. Los médicos deben abstenerse de comprometerse en la realización de proyectos de investigación que impliquen a personas a menos que crean fehacientemente que los riesgos involucrados son previsibles. Los médicos deben suspender toda investigación en la que se compruebe que los riesgos superan a los posibles beneficios.

VIII. En la publicación de los resultados de su investigación, el médico está obligado a preservar la exactitud de los resultados obtenidos. Los informes sobre experimentos que no estén en consonancia con los principios expuestos en esta Declaración no deben ser aceptados para su publicación.

IX. En toda investigación en personas, cada posible participante debe ser informado suficientemente de los objetivos, métodos, beneficios y posibles riesgos previstos y las molestias

que el estudio podría acarrear. Las personas deben ser informadas de que son libres de no participar en el estudio y de revocar en todo momento su consentimiento a la participación. Seguidamente, el médico debe obtener el consentimiento informado otorgado libremente por las personas, preferiblemente por escrito.

X. En el momento de obtener el consentimiento informado para participar en el proyecto de investigación, el médico debe obrar con especial cautela si las personas mantienen con él una relación de dependencia o si existe la posibilidad de que consientan bajo coacción. En este caso, el consentimiento informado debe ser obtenido por un médico no comprometido en la investigación y completamente independiente con respecto a esta relación oficial.

XI. En el caso de incompetencia legal, el consentimiento informado debe ser otorgado por el tutor legal en conformidad con la legislación nacional. Si una incapacidad física o mental imposibilita obtener el consentimiento informado, o si la persona es menor de edad, en conformidad con la legislación nacional la autorización del pariente responsable sustituye a la de la persona. Siempre y cuando el niño menor de edad pueda de hecho otorgar un consentimiento, debe obtenerse el consentimiento del menor además del consentimiento de su tutor legal.

XII. El protocolo experimental debe incluir siempre una declaración de las consideraciones éticas implicadas y debe indicar que se cumplen los principios enunciados en la presente Declaración.

## 18.2. Investigación médica combinada con asistencia profesional (Investigación Clínica)

I. En el tratamiento de una persona enferma, el médico debe tener la libertad de utilizar un nuevo procedimiento diagnóstico o terapéutico, si a juicio del mismo ofrece una esperanza de salvar la vida, restablecer la salud o aliviar el sufrimiento.

II. Los posibles beneficios, riesgos y molestias de un nuevo procedimiento deben sopesar frente a las ventajas de los mejores procedimientos diagnósticos y terapéuticos disponibles.

III. En cualquier estudio clínico, todo paciente, inclusive los de un eventual grupo de control, debe tener la seguridad de que se le aplica el mejor procedimiento diagnóstico y terapéutico confirmado.

IV. La negativa del paciente a participar en un estudio jamás debe perturbar la relación con su médico.

V. Si el médico considera esencial no obtener el consentimiento informado, las razones concretas de esta decisión deben consignarse en el protocolo experimental para conocimiento del comité independiente (v. Principios básicos, punto 2).

VI. El médico podrá combinar investigación médica con asistencia profesional, con la finalidad de adquirir nuevos conocimientos médicos, únicamente en la medida en que la investigación médica esté justificada por su posible utilidad diagnóstica o terapéutica para el paciente.

18.3. Investigación biomédica no terapéutica que implique a personas (Investigación biomédica no clínica)

I. En la aplicación puramente científica de la investigación médica realizada en personas, es deber del médico seguir siendo el protector de la vida y la salud de la persona participante en la investigación biomédica.

II. Las personas participantes deben ser voluntarios, o bien personas sanas o pacientes cuya enfermedad no esté relacionada con el protocolo experimental.

III. El investigador o el equipo investigador debe suspender la investigación si estimasen que su continuación podría ser dañina para las personas.

IV. En investigaciones en el hombre, el interés de la ciencia y la sociedad jamás debe prevalecer sobre consideraciones relacionadas con el bienestar de las personas.

**19. Aviso de privacidad para uso de datos personales en este estudio.**

El Investigador principal del protocolo de Investigación, es el responsable del tratamiento de los datos personales y datos personales sensibles que se recaben con motivo de la participación en un protocolo de Investigación, mismos que serán tratados estadísticamente en materia de salud, sin que se vulnere su identidad mediante el proceso de disociación, para proteger la identificación de los mismos, conformidad con los artículos 1, 2, 3, 8, 16, 17, 18, fracción VII del 22, 26, 27 y demás relativos de la Ley General de Protección de Datos Personales en Posesión de Sujetos Obligados.

Los datos que se comparten, se encuentran protegidos, por lo que no se vulnera su identidad mediante el proceso de disociación, para proteger la identificación de los mismos. El tratamiento de los datos personales y datos personales sensibles, se realiza con fundamento en lo establecido en los artículos 1,2 fracciones V y VI, 3, 8, 16, 17, y 18, fracción VII del 22, 26, 27 y demás relativos de la Ley General de Protección de Datos Personales en Posesión de los Sujetos Obligados.