



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA
SECRETARÍA DE SALUD
INSTITUTO NACIONAL DE REHABILITACIÓN
Luis Guillermo Ibarra Ibarra
ESPECIALIDAD EN:

Ortopedia

“Evaluación de resultados clínico radiológicos de las osteotomías (torácico-lumbares) de columna vertebral posterior a dos años postquirúrgicos.”

T E S I S
PARA OBTENER EL GRADO DE
MÉDICO ESPECIALISTA EN:
Ortopedia

P R E S E N T A:
Francisco Miguel Otero Ortiz

PROFESOR TITULAR
Juan Antonio Madinaveitia Villanueva.

DIRECTOR DE TESIS
Alejandro Reyes Sánchez



Ciudad de México

Junio 2024



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

***“Evaluación de resultados clínico radiológicos de las osteotomías
(torácico-lumbares) de columna vertebral posterior a dos años
postquirúrgicos.”***

**Dr. Juan Antonio Madinaveitia Villanueva.
PROFESOR TITULAR**

**Dr. Alejandro Reyes Sánchez
DIRECTOR DE TESIS**

**Dra. Carla García Ramos
ASESOR DE TESIS**

***“Evaluación de resultados clínico radiológicos de las osteotomías
(torácico-lumbares) de columna vertebral posterior a dos años
postquirúrgicos.”***

Dra. LYDIA ESTELA ZERÓN GUTIÉRREZ
ENCARGADA DE DESPACHO DE LA DIRECCIÓN
DE EDUCACIÓN EN SALUD

Dr. HUMBERTO VARGAS FLORES
SUBDIRECCIÓN DE EDUCACIÓN MÉDICA

Dr. ROGELIO SANDOVAL VEGA GIL
JEFE DEL SERVICIO DE EDUCACIÓN MÉDICA DE POSGRADO

Dedicatorias.

A mis padres, Francisco Javier Otero Meza y Deyanira Ortiz López de Rivera, por su incondicional apoyo y por brindarme todas las herramientas necesarias para alcanzar este logro. Su amor y dedicación han sido fundamentales en mi camino hacia la realización de este sueño.

A mi abuelo, Miguel Ángel Ortiz González, por ser una fuente constante de inspiración y ejemplo a seguir, ayudando a superar los contratiempos.

Agradecimientos.

Tabla de contenido

<i>RESUMEN.</i>	6
<i>Introducción</i>	8
<i>Objetivos</i>	9
<i>Hipótesis.</i>	10
<i>Marco Teórico.</i>	11
<i>Justificación.</i>	20
<i>Planteamiento del Problema.</i>	21
<i>Material y Métodos.</i>	22
<i>Resultados.</i>	24
<i>Discusión.</i>	28
<i>Conclusión.</i>	34
<i>Bibliografía.</i>	36
<i>Anexos.</i>	39

RESUMEN.

La osteotomía vertebral es una técnica quirúrgica destinada a corregir deformidades óseas y mejorar la formación de tejido óseo. Este estudio examina su evolución histórica, destacando constantes innovaciones desde la época de Hipócrates hasta la actualidad, adaptándose a las necesidades clínicas y avances tecnológicos.

La osteotomía, un corte quirúrgico en el eje óseo, permite la realineación, elongación o traslado de tejido. Los avances tecnológicos han mejorado significativamente el tratamiento de patologías de la columna, diferenciando notablemente los resultados de tratamientos conservadores frente a quirúrgicos.

Sin embargo, existe una creciente discrepancia entre los resultados postquirúrgicos y las expectativas de los pacientes, subrayando la necesidad de mejorar la difusión del conocimiento para optimizar los resultados y la calidad de vida de los pacientes, alineando las expectativas con la realidad clínica.

El documento clasifica las osteotomías de columna según Schwab et al. (2013) en Grados 1 a 6, cada uno con sus técnicas, indicaciones y grados de corrección. Analiza la evolución teórica y práctica de la osteotomía como método esencial para corregir desalineaciones espinales.

El estudio busca evaluar la eficacia de las osteotomías vertebrales, destacando la falta de datos comparativos con estándares internacionales. Se justifica la investigación por la necesidad de contribuir al compendio estadístico de osteotomías vertebrales.

Se anticipa una mejora significativa en el balance sagital de los pacientes dos años después de la intervención. Los objetivos son evaluar los resultados clínico-radiográficos de osteotomías realizadas entre 2015 y 2021, analizar la topografía de la osteosíntesis y resultados funcionales, recopilar variables quirúrgicas y describir complicaciones postquirúrgicas.

Para evaluar los diferentes tipos de osteotomías y su relación con factores clínicos y radiográficos, se propone un estudio observacional, longitudinal y prolectivo, utilizando un método estadístico multivariado.

Palabras clave: Osteotomías, Vertebrales, Deformidades, Resultados

Introducción

A lo largo de la historia, desde épocas contemporáneas de Hipócrates 415 BC, la necesidad de idear el mejor método para reparar y sanar un hueso impulsó la búsqueda de identificar el método más eficaz en corrección de deformidades y formación de tejido óseo de buena calidad.⁸ En la revisión publicada titulada “The history, evolution and basic science of osteotomy techniques” John Dabis define osteotomía como un corte simple realizado en sobre el eje de un hueso para realizar realineación aguda de una deformidad, realizar alargamientos óseos o realizar transporte de tejido óseo.⁸

Debido a los avances tecnológicos y procedimientos quirúrgicos de la actualidad, hay evidencia de mejoría en un gran número de patologías de columna vertebral cuando son sometidas a parámetros clínicos y radiológicos al ser intervenidos quirúrgicamente. De acuerdo a Schwab¹, esta evidencia contrasta con los resultados de un manejo y tratamiento conservador. Los pacientes esperan una mayor esperanza de vida, manteniendo una calidad de vida productiva; circunstancia que incrementa la brecha entre las expectativas y los resultados quirúrgicos y generando una posible decepción.^{1,4}

Objetivos

El objetivo general de nuestro estudio es evaluar los resultados clínico radiográficos de las osteotomía vertebrales realizadas en pacientes intervenidos durante 2015 al año 2021. Los objetivos específicos de este estudio son describir la topografía de las osteosíntesis, analizar los resultados funcionales posterior a 24 meses por medio de la aplicación de Escala visual análoga (EVA) para dolor y el (short form) 36 de Salud Física (PCS y Salud Mental (MCS), analizar los resultados radiográficos posterior a 24 meses mediante la evaluación del balance sagital, recopilar las variables quirúrgicas tal como lo es el sangrado y el tiempo quirúrgico y describir las complicaciones asociadas al evento quirúrgico.

Hipótesis

El tratamiento quirúrgico mediante osteotomías de columna presentara mejoría del 80% de balance sagital

Marco Teórico.

A lo largo de la historia, desde épocas contemporáneas de Hipócrates 415 BC, la necesidad de idear el mejor método para reparar y sanar un hueso impulsó la búsqueda de identificar el método más eficaz en corrección de deformidades y formación de tejido óseo de buena calidad.⁸ En la revisión publicación titulada “The history, evolution and basic science of osteotomy techniques” John Dabis define osteotomía como un corte simple realizado en sobre el eje de un hueso para realizar realineación aguda de una deformidad, realizar alargamientos óseos o realizar transporte de tejido óseo.⁸

Debido a los avances tecnológicos y procedimientos quirúrgicos de la actualidad, hay evidencia de mejoría en un gran número de patologías de columna vertebral cuando son sometidas a parámetros clínicos y radiológicos al ser intervenidos quirúrgicamente. De acuerdo a Schwab¹, esta evidencia contrasta con los resultados de un manejo y tratamiento conservador. Los pacientes esperan una mayor esperanza de vida, manteniendo una calidad de vida productiva; circunstancia que incrementa la brecha entre las expectativas y los resultados quirúrgicos y generando una posible decepción.^{1,4}

Por lo general, el tratamiento quirúrgico es considerado como un último recurso para pacientes con patología de columna. Esto conlleva altas expectativas de los resultados quirúrgicos y resultados resolutivos para toda la sintomatología y limitante asociada, en vez de considerarse como manejo

para una enfermedad crónica. El incremento en las expectativas de los pacientes secundarios contrasta con la realidad, generando una brecha entre expectativa y resultados quirúrgicos. Ante esta situación nace la necesidad de generar y difundir conocimiento para mejorar los resultados clínicos y acortar la brecha previamente mencionada.¹

La demanda por una mejor calidad de vida es el principal motivador para someterse a una intervención quirúrgica, sin embargo, es de suma importancia examinar meticulosamente al paciente, tanto en la clínica como en el uso de estudios de imagen. Se ha encontrado que ciertos hallazgos radiográficos están asociados a menores puntuaciones en las escalas evaluadoras de la calidad de vida.¹ Alteraciones en el plano sagital como lo son la lordosis lumbar y la presencia de cifosis torácica, se han visto como principales causas de dolor y discapacidad en paciente con padecimiento de columna vertebral.² Afecciones significativas en el plano coronal, principalmente la oblicuidad vertebral se ha visto directamente asociada a la incidencia de dolor en pacientes. La cuantificación de la “armonía espino pélvica” ha sido utilizada como principal parámetro para considerar intervención quirúrgica. Debido a que la severidad de la sintomatología de columna incrementa directamente proporcional al grado de afección en el plano sagital, afecciones leves/moderadas, como la presencia de una desviación en el eje vertical sagital, puede tener repercusiones significativas en la calidad de vida¹⁻³.

Dentro de las indicaciones para realización de osteotomías a las 3 columnas se destaca la presencia de pseudoartrosis, ángulo cifótico agudo, alteraciones severas en el alineamiento sagital⁴

Se ha evidenciado mayores tasas de corrección permanente mediante la implementación de osteotomías de tres columnas en comparación con técnicas mínimamente invasivas o híbridas, particularmente en casos de deformidades “De Novo” las cuales tiene mayor compromiso en el eje sagital con mayores repercusiones en los índices de calidad de vida debido a que tienen mayor alcance de corrección y se consideran el estándar de tratamiento en deformidades rígidas.⁴

Deformidades en el plano coronal, tal y como es el caso de pacientes con escoliosis idiopática adolescente “AIS”, la implementación de osteotomías está indicada en casos de curvaturas progresivas con ángulo de Cobb > 30° en pacientes en crecimiento y ángulo >45° en pacientes que culminaron su crecimiento.⁴

Cuando se habla acerca del tratamiento quirúrgico de alineamiento, uno se topa con un amplio espectro de técnicas quirúrgicas las cuales varían desde una facetectomía parcial hasta corpectomías; así como técnicas que se han ido modificando durante la práctica clínica en conjunto con los avances tecnológicos y de implantes. Debido esta situación y a la creciente necesidad de estandarizar los diferentes tipos de osteotomías, Schwab et al. en el 2013 propuso un sistema de clasificación que toma en consideración basada en la anatomía involucrada, resultando en 6 grados de resección además de incluir modificadores para señalar el abordaje utilizado durante el procedimiento.^{2,5}

A continuación, se describirán los grados de la clasificación propuesta por Schwab y se mencionaran alguna de las derivaciones que se originaron de esta: ^{1,4,5}

Grado 1: Resección parcial facetaria.

Definida como una resección angosta de las facetas articulares a la cual se agrega la desinserción del ligamento flavum del borde inferior laminar y del proceso articular inferior.⁶ De todas las osteotomías, es la que otorga las correcciones más modestas, incluye técnicas que involucran la resección de la faceta inferior y la capsula articular tal y como la osteotomía de Chevron, osteotomía de extensión y la osteotomía de Smith-Petersen. Se utilizan principalmente para preservar el proceso articular superior y por lo general brindan corrección entre 5-10° grados. Se realizan mediante abordaje posterior y es necesario que la columna anterior del paciente se encuentre libre, ya que ocurre un alargamiento a expensas de esta. ⁴ Debido al bajo grado de compromiso estructural, se ha documentado su uso como tratamiento en caso de radiculopatía cervical con presencia mínima degeneración adyacente y adecuados rangos de movimiento. ³

Originalmente la osteotomía se desarrolló para corregir la hipercifosis torácica mediante un acortamiento sustancial de la columna posterior. Esto se obtuvo primero creando y luego cerrando amplios espacios intersegmentales posteriores. ⁶ para lograr una adecuada visualización de tejido óseo a remover, se expone la región subperióstica de la vertebra superior e inferior al espacio a instrumentar, protegiendo las estructuras

ligamentarias expuestas durante el abordaje. Posteriormente se resecan los procesos espinosos desde la base. Se realizan facetectomías completas y laminectomías amplias inferiores y superiores en todos los niveles intersegmentales de la región instrumentada, obteniendo gaps de 5 a 8 mm. Los remanentes óseos tienen función de bisagra, permitiendo el cierre del espacio creado y la corrección de la deformidad ⁴⁻⁶

Se ha evidenciado como principal complicación la presencia de cifosis a nivel en el cual se realizó la osteotomía; donde se evidenciaron rangos de 8-15° a nivel proximal y rango de 12° en promedio a nivel distal. ⁶

Grado 2: Resección facetaria completa

Incluye resección de faceta inferior y superior en conjunto con los procesos articulares, el ligamento flavum, lamina y procesos espinosos. Pueden realizarse a través de abordajes anteriores y posteriores¹. La osteotomía de Ponte es una de las técnicas más utilizadas, particularmente como tratamiento para cifosis torácica y escoliosis pediátrica toracolumbar, actuando de manera directa a expensas de resección de tejido óseo o tejido blando anterior.^{1,6}

Grado 3: Resección parcial del cuerpo y pedículo

Técnicas quirúrgicas que se extienden hacia el cuerpo vertebral en forma de cuña para obtener un mayor rango de corrección a expensas de columna resecada. Se pueden realizar a través de abordajes anteriores, posteriores o abordajes combinados.³ Dentro de las dentro de este grado recaen un gran

número de técnicas quirúrgicas dentro de las que destacan PSO (osteotomía sustractora de pedículo), resección en cuña circunferencial, osteotomía en cuña de apertura y osteotomía de Pascal-Moussellard.¹ Las PSO ha sido una de las técnicas que ha sido modificada durante la práctica clínica, donde surgieron tres subclasificaciones.

Grado 3A: osteotomía de sustracción parcial del pedículo. Se trata de una osteotomía de cuña de cierre que implica la resección parcial de los pedículos, preservando el tercio inferior del pedículo y el arco neural posterior; esto mantiene la estabilidad y mejora la tasa de unión ósea al disminuir los defectos del lecho de fusión ósea posterior. Los bordes de pedículos preservados previenen lesiones en la raíz nerviosa inferior. El ápex de la cuña resecada se encuentra en la cortical anterior de la vertebra haciendo función de a las columnas media y posterior. Este procedimiento tiene como resultado un ángulo promedio de corrección 20°.⁵

Grado 3B: osteotomía de sustracción pedicular. Técnica de osteotomía de cierre posterior que implica la resección completa de los pedículos, lámina y los procesos articulares. La base de la cuña del cuerpo vertebral se agranda correspondiendo a la altura del pedículo, logrando un mayor rango de corrección. Se logra obtener un promedio de corrección mediante esta osteotomía de 25°–30°. Tiene como limitantes una mayor inestabilidad resultante de tejido óseo resecado, además de presentar deterioro en el lecho óseo lo cual puede ocasionar dificultad para la consolidación ósea.⁵

Grado 3C: osteotomía de cuña de cierre-apertura Este procedimiento fue descrito para el manejo quirúrgico de las deformidades con desalineación

sagital. Esta técnica implica la resección de todo el pedículo como un grado 3B, pero el ápice de la cuña resecada no es la corteza anterior, sino que se desplaza posteriormente hacia la mitad del cuerpo vertebral; preservando el disco proximal intacto. El ángulo medio de corrección es de 40°. ⁵

Osteotomía grado 4: Resección parcial del cuerpo, pedículo y disco.

El retiro del disco vertebral es el principal elemento que caracteriza una osteotomía de grado 4. Resección incluye no solo el cuerpo vertebral posterior y los elementos posteriores, sino también al menos un disco adyacente; en el caso de realizarse en región torácica a esta técnica se le incluiría un arco costal. ^{1,2} Esta técnica quirúrgica se ha reportado como tratamiento para cifosis asociado a procesos infecciosos y así como cifosis como secuelas postraumáticas con correcciones de hasta 32 ° sin complicaciones. ^{7,9}

Al que la osteotomía grado 3, la osteotomía grado 4 se subdivide en tres subgrupos de clasificación. ⁷

Grado 4A: osteotomía modificada de sustracción parcial de pedículo

Este procedimiento es una osteotomía de cuña de cierre que es similar al grado 3A donde se conserva la parte inferior del pedículo con articulaciones facetarias inferiores y lámina, pero se reseca la placa terminal proximal y el disco superior. Se realiza cierre de la osteotomía entre la placa terminal inferior de la vértebra superior y la superficie de osteotomía de la vértebra objetivo. El ápex de la cuña resecada está en la cortical anterior de la vértebra a nivel del disco superior, este punto de apoyo actúa como una bisagra con

cierre de las columnas media y posterior. Esta técnica de corrección tiene como resultado una corrección de 25°. ⁵

Grado 4B: osteotomía de sustracción pedicular modificada o extendida

Técnica quirúrgica en la que además del grado 3B, se extiende a la placa terminal proximal y el disco superior, creando una cuña más ancha que actúa como una bisagra con cierre en la parte posterior de la columna anterior y la columna media, entre la placa terminal inferior de la vértebra superior y la superficie de osteotomía de la vértebra, generando un ángulo promedio de corrección de la osteotomía es de 30°. Se necesita verificar espacios generados posterior a la osteotomía y evitar no unión. ^{5,9}

Grado 4C: osteotomía de cuña de cierre-apertura modificada

Osteotomía de cuña de cierre-apertura que incluye la resección del disco superior, implica una resección completa del pedículo, pero cuando se compara con un grado 3C, el ápice de la cuña resecada extiende en extensión caudal. Se produce una apertura entre la parte inferior de la placa terminal de la vértebra superior y placa terminal superior de la vértebra diana a lo largo de la columna anterior en forma de trapecioide. ⁵

Grado 5: Resección completa de cuerpo y disco vertebral

La osteotomía de grado 5 implica la extirpación total de un cuerpo vertebral, elementos posteriores, pedículos, así como los discos adyacentes; en la región torácica, una osteotomía de grado 5 se acompaña de una resección de costillas. ⁴ El abordaje suele ser posterior; sin embargo, puede ser abordado

en conjunto con incisión anterior. La resección puede involucrar el cuerpo vertebral y la resección del cuerpo vertebral únicamente, o incorporar diferentes cantidades de resección de la columna posterior.²

Grado 6: Resección de múltiples cuerpos y discos vertebrales

Osteotomía que se caracteriza por ampliar la resección de una osteotomía de grado 5 para incluir varias vértebras adyacentes. Para clasificarse como grado 6 es necesario realizar como mínimo la resección de un cuerpo vertebral completo y una segunda vértebra parcial. Dentro de sus ventajas destaca una mayor corrección en los planos coronal y sagital en comparación con las demás osteotomías.¹ Gracias a las características previamente mencionadas, resulta de gran utilidad en el tratamiento de malformaciones congénitas pueden conducir a vértebras parcialmente desarrolladas³, así como tumores y los procesos infecciosos pueden conducir a la destrucción de múltiples vértebras adyacentes, lo que también requiere tratamiento quirúrgico con una osteotomía de grado 6.^{1,3}

En la TABLA 1 se realiza una recopilación de las clasificación previamente mencionadas.

Justificación.

A pesar de contar con una muestra poblacional amplia de osteotomías de columna, no se cuentan con estadísticas de los procedimientos de osteotomías vertebrales en pacientes adultos realizadas por el servicio de cirugía de columna. Al recopilar los datos estadísticos se podrá contrastar con los resultados reportados por la literatura internacional y de esta manera obtener un panorama de nuestro universo en comparación el internacional.

Planteamiento del Problema.

Hoy en día los pacientes con patologías de columna esperan una mayor esperanza de vida manteniendo una calidad de vida productiva; circunstancia que incrementa la brecha entre las expectativas y los resultados quirúrgicos, propiciando una posible decepción en cuanto a los resultados.^{1,3} A pesar de contar con una muestra poblacional amplia, no contamos con los resultados estadísticos de las cirugías realizadas por el servicio de cirugía de columna. Es debido a lo anterior lo que llevo a realizar la pregunta de investigación ¿Cuáles son los resultados obtenidos por los procedimientos de osteotomía vertebrales en comparación con los resultados internacionales?

Material y Métodos.

El tipo de estudio, por maniobra, fue observacional; por tiempo, longitudinal; por recolección de datos, prolectivo; y por observación, retrolectivo. En cuanto a la descripción del universo de trabajo, se consideraron pacientes que fueron intervenidos con osteotomía vertebral durante el periodo de 2015 al 2021 con un seguimiento mínimo de 2 años. Los criterios de inclusión contemplaron a pacientes intervenidos con osteotomía vertebral durante el mismo periodo con un seguimiento mínimo de 2 años. Los criterios de eliminación y exclusión fueron idénticos: se eliminaron los pacientes con cirugía previa en el segmento de columna estudiado, aquellos con patología tumoral en columna vertebral, los pacientes fallecidos durante el seguimiento y aquellos con osteotomía a nivel cervical.

El tamaño de la muestra se basó en la revisión clínica y radiológica de 59 pacientes sometidos a osteotomía de columna vertebral por el servicio de cirugía de columna durante los años 2015 a 2021. Las variables de estudio incluyeron la edad, sexo, peso, talla e índice de masa corporal de los pacientes. Se realizó una valoración mediante la aplicación de las escalas clínicas previamente mencionadas y se valoró el balance sagital previo a la intervención quirúrgica. Se recopiló el tipo de osteotomía, la topografía, el tiempo quirúrgico, sangrado y las complicaciones presentadas durante el

evento quirúrgico. A los 24 meses posteriores a la intervención quirúrgica, se llevó a cabo una valoración mediante las mismas escalas clínicas y se valoró nuevamente el balance sagital. Se diseñó una base de datos en SPSS versión 20.0 donde se obtuvo estadística descriptiva para variables cuantitativas a través de medidas de tendencia central (media, mediana, moda) y dispersión (desviación estándar, valores máximo, mínimo y rangos). Las variables cualitativas se midieron con porcentajes. Se realizó un análisis multivariado para examinar la relación entre los tipos de osteotomías y los desenlaces. Las variables cualitativas se analizaron con la prueba de Chi cuadrada, considerando $p < 0.05$ como diferencia significativa.

Resultados.

Se evaluaron un total de 59 casos, dentro de los cuales 42 de ellos correspondieron al sexo femenino y 17 al sexo masculino. Se obtuvo una edad promedio de los pacientes de 21.4 años con una desviación estándar de 15.9 años reflejando una notable variabilidad con un rango de los 4 años hasta los 70 años. Se recopilaron los datos antropométricos de la muestra donde se recabaron medidas de talla, peso e índice de masa corporal (IMC). Se obtuvo una talla promedio fue de 1.498 metros, con una muestra que varió entre un mínimo de 0.85 metros y un máximo de 1.90 metros con una desviación típica de 0.17543 metros. El peso de los participantes tuvo un promedio de 49.32 kilogramos, oscilando entre 14 y 83 kilogramos, y una desviación estándar de 14.858 kilogramos. El índice de masa corporal medio fue de $21.5887 \pm 4.47966 \text{ m}^2/\text{kg}$. Tabla 2

De la misma manera se evidencio que únicamente el 11. 9% de los pacientes, correspondiente a 7 casos, presentaron alguna comorbilidad asociada. Se obtuvo que la diabetes mellitus y obesidad fueron las comorbilidades mas prevalentes, con 28.57 % cada una. El uso de esteroides de manera crónica, VIH y tabaquismo representaron el 14.29% cada una.

La distribución de los diagnósticos de la muestra, se observó una predominancia por diagnósticos con involucro de deformidades coronales, grupo compuesto por pacientes con diagnóstico de escoliosis congénita, escoliosis idiopática del adolescente, escoliosis neuromuscular y escoliosis sindrómica; mismo que constituyo el 83.1% del total de los casos evaluados, sumando 49 pacientes. Figura 1 Los diagnósticos de cifosis se presentaron en 6 de los casos, correspondiendo al 10.2% del total de la muestra; se identificaron 3 casos de fractura, representando el 5.1% de los pacientes estudiados y se registró un caso único de espondilolistesis, constituyendo el 1.7% del total. Figura 2

En cuanto a la topografía de las osteotomías realizadas la región torácica fue la más frecuentemente intervenida integrando el 50.8% de los casos; la región toracolumbar constituida por osteotomías de (T10 a L2) represento el 28.8% de los casos. La región lumbar fue la región menos prevalente, compuesta por el 20.3% de las osteotomías.

En el análisis de la distribución de las osteotomías que se realizaron, se encontró que la osteotomía tipo 1 fue la de mayor predominancia con un 54.2% tal; seguida por el tipo 5 con un 22%; las osteotomías 2,3,4 con un 6.8% y por ultima la osteotomía tipo 6 con un 3.4% tal y como se evidencia en la *figura 3*. De la misma manera se evidencio una predominancia de pacientes femeninos en la población como se evidencia en la *figura 4*.

Se realizó una prueba *t de student* de muestras relacionadas para comparar las medias del estado clínico en pacientes pre operatorio con los postoperatorios a los 2 años de seguimiento. Se obtuvieron resultados estadísticamente significativos que evidencian mejorías considerables. La Escala Analógica Numérica para el Dolor (ENA) mostró una disminución de un valor medio preoperatorio de 3.84 a un valor postoperatorio de 1.53. La diferencia entre ambas fue estadísticamente significativa ($p < 0.001$). Tabla 3

Al analizar las medias de la escala SF-36 en los componentes físico y mental (PCS y MCS) se evidencia un aumento significativo en ambas, de 37.0 a 90.8 en las condiciones físicas ($p < 0.001$) y de 45.0 a 92.3 en las condiciones mentales ($p < 0.001$) como se observa en la siguiente tabla. Tabla 4

Se analizaron los resultados radiográficos mediante la medición del ángulo de Cobb pre quirúrgicos contra los ángulos obtenidos posterior a la realización de las osteotomías mediante la aplicación de una *prueba t de student*. Se observó una disminución estadísticamente ($p < 0.001$) significativa en la angulación, disminuyendo la media preoperatoria de 65.26° a un promedio postoperatorio de 27.87° . La diferencia media posterior a las osteotomías resultó ser de $37.39^\circ \pm 7.66^\circ$. Tabla 5.

Al analizar las variables categóricas mediante frecuencias y porcentajes, se observó que el ángulo de Cobb posterior a los 2 años de postoperatorio se evidenció un resultado favorable en el 93 de los pacientes; mientras que el

7% restante se observó una pérdida del estado coronal postoperatorio como se observa en la *figura 5*.

El balance sagital a los 2 años fue valorado como variable categórica, contrastando el balance sagital preoperatorio con el posoperatorio a los 2 años en un 96.2% lograron preservar un balance sagital adecuado, lo cual refleja la efectividad del procedimiento quirúrgico en el mantenimiento de la alineación vertebral a largo plazo. En contraste solo un 3.8% de los pacientes experimentaron una pérdida del balance sagital a los 2 años postoperatorio como se observa en la *figura 6*.

En relación con las complicaciones postquirúrgicas se encontró que, de los 59 pacientes, el 20.7% experimentaron alguna complicación. Se encontró que el 25% de los pacientes presentaron complicaciones asociadas a sangrado transquirúrgico el cual requirió administración de hemoderivados; el 25% de los pacientes presentaron durotomía transquirúrgica misma que fue reparada durante el procedimiento quirúrgico. Las infecciones de heridas quirúrgicas representaron el 25% de las complicaciones; la falla o fatiga de material represento el 16.67% de las complicaciones; el 8.33% de las complicaciones presentaron una fractura asociada al procedimiento quirúrgico.

Se realizó una prueba de Chi cuadrada para evaluar si existe una asociación entre el sexo y el tipo de osteotomía realizada ($\chi^2 = 7.2$), las comorbilidades y el tipo de osteotomía ($\chi^2 = 15.4$), las complicaciones y el tipo de osteotomía ($\chi^2 = 6.0$), el ángulo Cobb a los 2 años ($\chi^2 = 5.1$) y el tipo de osteotomía, el

balance sagital a los dos años ($\chi^2 = 6.9$); encontrando que no existe una asociación significativa entre ninguna de estas variables con el tipo de osteotomía posterior a los dos años postquirúrgicos ($p > 0.05$).

Discusión.

El objetivo del presente estudio fue el de evaluar los resultados y la evolución de los pacientes a quienes se le realizaron osteotomías vertebrales del año 2015 al año 2021 mediante una evaluación prolectiva del estado clínico y radiográfico de los pacientes.

Los resultados obtenidos evidencian una mejoría significativa clínica en el estado clínico postquirúrgico. Los valores recopilados para la Escala Analógica Numérica para el dolor (ENA) mostraron una disminución de un valor medio preoperatorio de 3.84 a un valor postoperatorio de 1.53. Esta diferencia fue estadísticamente significativa ($p < 0.001$), lo cual corrobora que la mejoría clínica obtenida secundaria a la intervención quirúrgica son estadísticamente significativos, mismos que se pueden correlacionar con la preservación de la mejoría de las deformidades coronales y sagitales y la preservación de la misma posterior a los 2 años postquirúrgicos. La mejoría en los valores de deformidades angulares se sustentan con una disminución de la media preoperatoria de 65.26° a un promedio postoperatorio de 27.87° ($p < 0.001$) con una diferencia media posterior a las osteotomías de $37.39^\circ \pm 7.66^\circ$ sustentando dichos resultados como estadísticamente significantes para la población estudiada.

La mejora clínica y radiológica observada en nuestros pacientes es consistente con lo reportado por la literatura actual, incluyendo los estudios realizados por Garg et al. (2021) y Van Halm-Lutterodt et al. (2023). La comparación con

estos estudios internacionales proporciona una perspectiva amplia sobre la efectividad y seguridad de las técnicas de osteotomía vertebral, destacando tanto similitudes como diferencias clave en los resultados clínicos y radiológicos.

En el estudio realizado por Garg et al. en el 2021¹¹ se reportaron mejorías clínicas significativas en las escalas funcionales implementadas (SRS-22r) ; mismas que son consistentes con los cambios observados en el SF-36 PCS y MCS obtenidos mediante nuestro estudio. De la misma manera, los resultados clínicos obtenidos en nuestro estudio son consistentes con los resultados clínicos reportados mediante el estudio de Van Halm-Lutterodt et al. en el 2023, donde se reportaron mejorías en el índice de discapacidad de Oswestry (ODI) desde 44.75 a 15.50 en pacientes tratados con osteotomía tipo I y desde 44.15 a 18.35 en pacientes tratados con osteotomía tipo II. ¹². Al correlacionar los datos reportados de mejoría en el índice de discapacidad de Oswestry (ODI) con la mejoría obtenidas en SF-36 PCS (37.066 a 90.8511) y MCS (45.026 a 92.36) se sustenta una mejora en la calidad de vida similar.

Estos resultados subrayan la importancia de la corrección quirúrgica no solo para la restauración del alineamiento espinal, sino también para la mejora de la calidad de vida y el bienestar general de los pacientes. La puntuación SF-36, que evalúa tanto componentes físicos como mentales, proporciona una medida integral de la salud y el bienestar del paciente, y nuestras mejoras significativas en estas puntuaciones indican un impacto positivo sustancial de las intervenciones quirúrgicas.

Además se encontró que la corrección del ángulo de Cobb en nuestro estudio de 65.26° a 27.87° es comparable a la observada por Garg et al. de 68.2° a 29.6° validando la efectividad de nuestras intervenciones quirúrgicas.¹¹ Por otro lado Van Halm-Lutterodt et al. reportaron tasas de corrección del ligeramente inferiores, lo cual podría atribuirse a la naturaleza de las osteotomías empleadas (tipo I y II).¹²

En cuestión de complicaciones asociadas al procedimiento quirúrgico, nuestro estudio reportó el 20.7% de pacientes con complicaciones postquirúrgicas en comparación con el 29.7% reportada por Garg et al. y las reportadas por Van Halm-Lutterodt et al. (28.57% para osteotomía tipo I y 29.41% para osteotomía tipo II).^{11, 12} Tomando lo mencionado anteriormente, la evidencia obtenida sugiere que las técnicas empleadas en nuestro estudio son comparables en términos de seguridad y efectividad con lo reportado en la literatura internacional.

Debido a lo anterior, se pudo identificar importantes factores que contribuyen a resultados favorables, tanto clínicos como radiográficos en pacientes sometidos a osteotomías vertebrales, mismos que contribuyen a la eficacia y definen las estrategias para prevenir y manejar las complicaciones asociadas al procedimiento quirúrgico. Dentro de las más significativas destacan la selección apropiada del paciente, planificación prequirúrgica con uso de estudios de imagen apropiados que permita al equipo quirúrgico anticipar desafíos, ejecución precisa de la técnica quirúrgica para lograr adecuado

alineamiento espinal minimizando los riesgos y maximizando los beneficios posterior a la intervención quirúrgica; y un manejo postoperatorio adecuado en donde se aplique manejo multimodal donde se integre el manejo del dolor, fortalecimiento y rehabilitación de la mano al seguimiento clínico-radiográfico .

A continuación, en la *TABLA 6* se presenta una comparación que resume los resultados principales obtenidos mediante nuestro estudio en contraste con los resultados de los estudios de Garg et al (2021) y Van Halm-Lutterodt et al. (2023)

A pesar de obtener resultados positivos, nuestro estudio cuenta con limitaciones que se deben de señalar. En primera instancia, si bien nuestra muestra es de mayor tamaño en contraste con los estudios internacionales con los cuales se comparó, la heterogeneidad de nuestra muestra en términos de edad, con una edad promedio de 21.4 años con una desviación estándar de 15.9 años y espectro más amplio de diagnósticos de base puede contribuir a la consistencia de los resultados obtenidos cuando se compara con la población más homogénea estudiada por Garg et al. y Van Halm-Lutterodt et al. De la misma manera se tiene que considerar que la naturaleza prolectiva del estudio y el seguimiento a los dos años postquirúrgicos asociada a la edad promedio de la población estudiada resulte insuficiente para capturar todas las posibles complicaciones a largo plazo y evaluar la durabilidad de los beneficios clínicos observados, ameritando un seguimiento a largo plazo

mayor para evaluar la sostenibilidad de los resultados y la aparición de complicaciones tardías.

Conclusión.

Nuestros hallazgos clínico-radiográficos obtenidos, incluyendo mejoras significativas en la calidad de vida, la corrección del alineamiento espinal y la gestión de complicaciones, respaldan la viabilidad de estas técnicas como opciones de tratamiento de primera línea para deformidades espinales complejas. Es importante subrayar la efectividad de las técnicas de osteotomía vertebral para mejorar el alineamiento espinal y el balance sagital a largo plazo, mejorando la estabilidad biomecánica de la columna vertebral. Así mismo la gestión adecuada de las complicaciones, incluyendo infecciones y sangrado, fue crucial para asegurar resultados clínicos favorables. Las estrategias de manejo implementadas, como el uso de antibióticos profilácticos, técnicas estériles apropiadas y rehabilitación postoperatoria personalizada fueron efectivas para minimizar riesgos y promover una recuperación rápida y efectiva.

La implementación de futuros estudios con diseños prospectivos, tamaños de muestra más grandes y seguimientos a largo plazo serían de utilidad para validar y expandir los hallazgos obtenidos, proporcionando una base sólida para la aplicación clínica de estas intervenciones en pacientes, ayudando a determinar y aplicar el tipo de osteotomía ideal para cada tipo de deformidad,

optimizando los resultados y mejorando la seguridad y eficacia de los tratamientos.

Bibliografía.

1. Diebo B, Liu S, Lafage V, Schwab F. Osteotomies in the treatment of spinal deformities: Indications, classification, and surgical planning. *European Journal of Orthopaedic Surgery and Traumatology*. 2014;24(SUPPL.1). doi:10.1007/s00590-014-1471-7
2. Uribe JS, Schwab F, Mundis GM, et al. The comprehensive anatomical spinal osteotomy and anterior column realignment classification: Presented at the 2018 AANS/CNS Joint Section on Disorders of the Spine and Peripheral Nerves. *Journal of Neurosurgery: Spine*. 2018;29(5):565-575. doi:10.3171/2018.4.SPINE171206
3. Diebo BG, Shah N v., Solow M, et al. Adult cervical deformity: radiographic and osteotomy classifications. *Orthopade*. 2018;47(6):496-504. doi:10.1007/s00132-018-3581-0
4. Diebo B, Liu S, Lafage V, Schwab F. Osteotomies in the treatment of spinal deformities: Indications, classification, and surgical planning. *European Journal of Orthopaedic Surgery and Traumatology*. 2014;24(SUPPL.1). doi:10.1007/s00590-014-1471-7
5. Bourghli A, Boissière L, Konbaz F, et al. On the pedicle subtraction osteotomy technique and its modifications during the past two decades: a complementary classification to the Schwab's spinal osteotomy classification. *Spine Deformity*. 2021;9(2):515-528. doi:10.1007/s43390-020-00247-6

6. Ponte A, Orlando G, Siccardi GL. The True Ponte Osteotomy: By the One Who Developed It. *Spine Deformity*. 2018;6(1):2-11. doi:10.1016/j.jspd.2017.06.006
7. Zárate-Kalfópulos B, Navarro-Aceves LA, Reynoso-Cantu H, et al. Posterior grade 4 osteotomy with vertebral shortening is effective for the treatment of kyphosis associated with vertebral discitis/osteomyelitis. *International Journal of Spine Surgery*. 2020;14(3):300-307. doi:10.14444/7040
8. Trompeter, A., Dabis, J., Templeton-Ward, O., Lacey, A. E., & Narayan, B. (2017). The history, evolution and basic science of osteotomy techniques. *Strategies in Trauma and Limb Reconstruction*, 12(3), 169–180. <https://doi.org/10.1007/s11751-017-0296-4>
9. T Liu, F.-Y., Gu, Z.-F., Zhao, Z.-Q., Ren, L., Wang, L.-M., Yu, J.-H., Hou, S.-B., Ding, W.-Y., & Sun, X.-Z. (2020). Modified grade 4 osteotomy for the correction of post-traumatic thoracolumbar kyphosis. *Medicine*, 99(37).<https://doi.org/10.1097/md.00000000000022204>
10. Enercan, M., Ozturk, C., Kahraman, S., Sarier, M., Hamzaoglu, A., & Alanay, A. (2013). Osteotomies/spinal column resections in adult deformity. In *European Spine Journal* (Vol. 22, Issue SUPPL.2). <https://doi.org/10.1007/s00586-012-2313-0>
11. Van Halm-Lutterodt NI, Pan A, Al-Saidi NN, Ye Z, Zhang Y, Zhou L, Yang J, Liu T, Liu Y, Kim SS, Lonner B, Hai Y. Postoperative complications following Schwab-grade-I versus Schwab-grade-II PCO in treating severe rigid

kyphoscoliosis patients: comparative matched-group outcomes with minimum 2-year follow-up. *Spine J.* 2023;23(10):1908-1919. doi: 10.1016/j.spinee.2023.08.006.

12. Garg B, Bansal T, Mehta N, Sharma D. Clinical, radiological and functional outcome of posterior-only three-column osteotomy in healed, post-tubercular kyphotic deformity: a minimum of 2-year follow-up. *Spine Deform.* 2021;9(5):1109-1122. doi: 10.1007/s43390-021-00361-z.

Anexos.

TABLA 1. Clasificación Modificada de Schwab					
	Resección Anatómica	Descripción de la técnica	Indicaciones	Abordaje	Corrección
Grado 1	Resección parcial facetaria	Resección angosta de las facetas articulares + desinserción del ligamento flavum del borde inferior de la lamina y del proceso articular inferior	Radiculopatía cervical con presencia mínima degeneración adyacente	Posterior	5-15°
Grado 2	Resección facetaria completa	Resección de faceta inferior y superior + procesos articulares + ligamento flavum + lamina y procesos espinosos	Escoliosis pediátrica toracolumbar ; cifosis torácica	Posterior /combinada con resección anterior de tejido blando	10-15°
Grado 3	A Osteotomía de sustracción parcial	Osteotomía de cuña de cierre que implica la resección parcial de los pedículos, preservando el tercio inferior del pedículo y el arco neural posterior	Osteotomías en las que se ocupe preservar el arco posterior	Posterior / Combinado anterior-posterior	20°

		del pedículo.				
	B	Osteotomía de sustracción pedicular	Cierre posterior que implica la resección completa de los pedículos, lámina y procesos articulares	Mismas indicación que la 3ª en las cuales se requiere mayor grado de corrección	Posterior / Combinado anterior-posterior	25-30°
	C	Osteotomía de cuña de cierre-apertura	Resección total del pedículo, con el ápice de la cuña reseçada desplaza posteriormente hacia la línea media del cuerpo vertebral	Corrección de deformidades en el plano sagital	Posterior / Combinado anterior-posterior	40°
Grado 4	A	Osteotomía modificada de sustracción parcial de pedículo	Osteotomía de cuña de cierre donde se conserva la parte inferior del pedículo con articulaciones facetarias inferiores y lámina y se reseca la placa terminal proximal y el disco superior	Corrección de deformidades donde se busca cierre de las columna media y posterior	Posterior / Combinado anterior-posterior	25°

	B	Osteotomía de sustracción pedicular modificada o extendida	Osteotomía con extensión a la placa terminal proximal y el disco superior con cuña más con función de bisagra con cierre en la parte posterior de la columna anterior y la columna media	Corrección de deformidades donde se busca cierre de las columna media y anterior	Posterior / Combinado o anterior-posterior	30°
	C	Osteotomía de cuña de cierre-apertura modificada	Osteotomía de cuña de cierre-apertura con resección completa del pedículo del disco superior entre la parte inferior de la placa terminal de la vértebra superior y placa terminal superior de la vértebra diana.	Cifosis toracolumbar postraumática con discos vertebrales planos	Posterior / Combinado o anterior-posterior	35-45°
Grado 5		Resección completa de cuerpo y disco vertebral	Resección total de un cuerpo vertebral + elementos posteriores, pedículos y discos adyacente	Correcciones mayores en plano sagital y coronal.	Posterior / Anterior	>45°

<p>Grado 6</p>	<p>Resección de múltiples cuerpos y discos vertebrales</p>	<p>Osteotomía de grado 5 para incluir varias vértebras adyacentes, necesario realizar como mínimo la resección de un cuerpo vertebral completo y una segunda vértebra parcial.</p>	<p>Correcciones mayores en plano sagital y coronal. Malformaciones congénitas; tumores y procesos infecciosos con destrucción de múltiples vértebras adyacentes</p>	<p>Posterior / Anterior</p>	<p>>45° (alteraciones en plano coronal y sagital)</p>
-----------------------	--	--	---	-----------------------------	--

TABLA 1

Tabla 2. Demografía		
Parámetro	Escala	Media ±SD
Edad	Años	21.4±15.9
Peso	kg	49.32±14.858
Talla	m	1.498±0.175
IMC	kg/m ²	21.58±4.47
Comorbilidades	%/n	11.9%
Sangrado	Mililitros	1129.66±813.95
ENA	Puntos	3.81±2.8
ENA 2 Años	Puntos	1.53±1.9
SF-36, PCS Prequirúrgico	Puntos	37.2±15.8
SF-36, MCS Prequirúrgico	Puntos	45.96±17.79
SF-36, PCS 2 Años postquirúrgico	Puntos	29.08±10.41
SF-36, MCS 2 Años postquirúrgico	Puntos	40.47±13.14
M corresponde a media, SD a desviación estándar, ENA a Escala Numérica Análoga, SF a Shorf Form MCS a Mental Component Score, PCS, Physical Component Score		

TABLA 2.

Estadísticos de muestras relacionadas de dolor			
Parámetro	Media	Desviación Estándar	<i>p</i>
ENA Prequirúrgico	3.84	2.815	<0.001*
ENA 2 años Postquirúrgico	1.53	1.903	
*<i>p</i><0.05			

TABLA 3.

Estadísticos de muestras relacionadas de calidad de vida			
Parámetro	Media	Desviación Estándar	<i>p</i>
SF 36 PCS Prequirúrgico	37.066	16.5198	<0.001 *
Postquirúrgico	90.8511	8.29609	
SF 36 MCS Prequirúrgico	45.026	18.3173	<0.001 *
Postquirúrgico	92.3553	9.05317	
*<i>p</i><0.05			

TABLA 4.

Estadísticos de muestras relacionadas			
Parámetro	Media	Desviación Estándar	<i>p</i>
Cobb Prequirúrgico	65.26	32.730	<0.001 *
Cobb Postquirúrgico	27.87	25.071	
*<i>p</i><0.05			

TABLA 5.

Parámetro	Estudio Actual	Garg et al. (2021)	Van Halm-Lutterodt et al. (2023)
Edad promedio (años)	21.4 ± 15.9	16 ± 8.4	23.97 ± 5.63
Número de pacientes	59	47	38
Diagnósticos	Deformidades coronales, cifosis, fracturas, espondilolistesis	Deformidades cifóticas	Escoliosis rígida severa, cifo escoliosis

Corrección del ángulo de Cobb	37.39° (65.26°-27.87°)	38.6° (68.2° - 29.6°)	Osteotomía tipo I: 57.57° (130.76°-73.19°), Osteotomía tipo II: 52.15° (109.55°-57.40°)
Complicaciones (%)	20.7	29.7	Osteotomía tipo I: 28.57% Osteotomía tipo II: 29.41%
Mejoría en estadio funcional	SF-36 PCS: 37.06 - 90.85 SF-36 MCS: 45.02- 92.35	SRS-22r:2.7-4.0	ODI Osteotomía tipo I: 44.75-15.50 ODI Osteotomía tipo II: 44.15-18.35, SRS-22 Osteotomía tipo I: 2.75-3.35 SRS-22 Osteotomía tipo II: 2.86-3.31
SF-36 PCS: Componente físico del SF-36, SF-36 MCS: Componente mental del SF-36, SRS-22r: Puntuación de la Sociedad de Investigación de Escoliosis-22 revisada, ODI: Índice de discapacidad de Oswestry.			

TABLA 6 Comparación de resultados de estudio con literatura internacional.

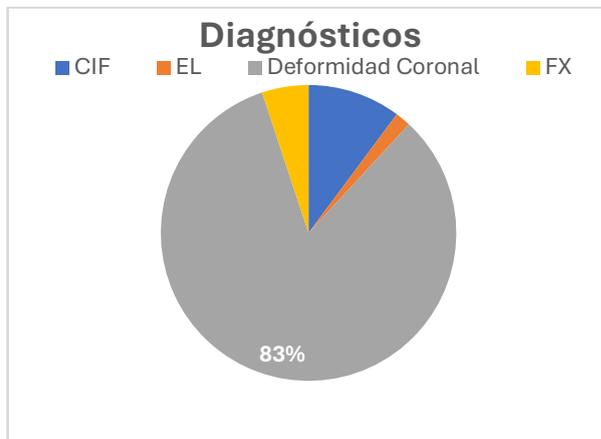


Figura 1. Distribución de los diagnósticos. CIF (cifosis), FX (fracturas) y EL (espondilolistesis).

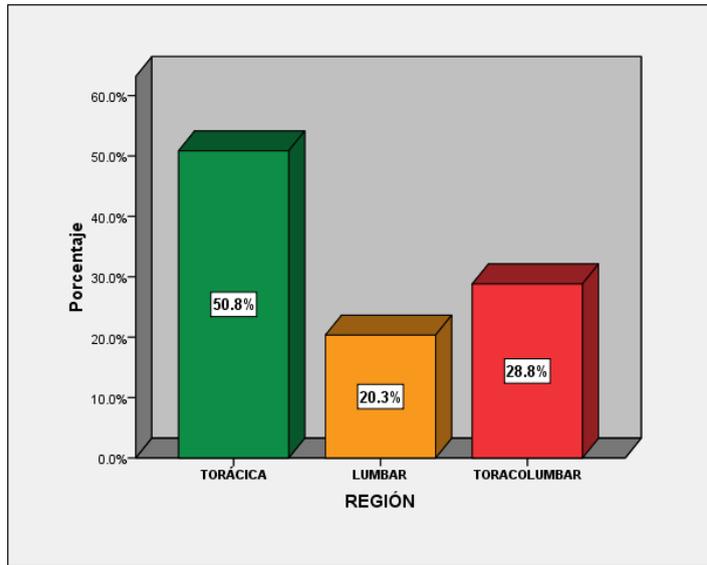


Figura 2. Topografía de osteotomías.

Distribución porcentual de las Osteotomías

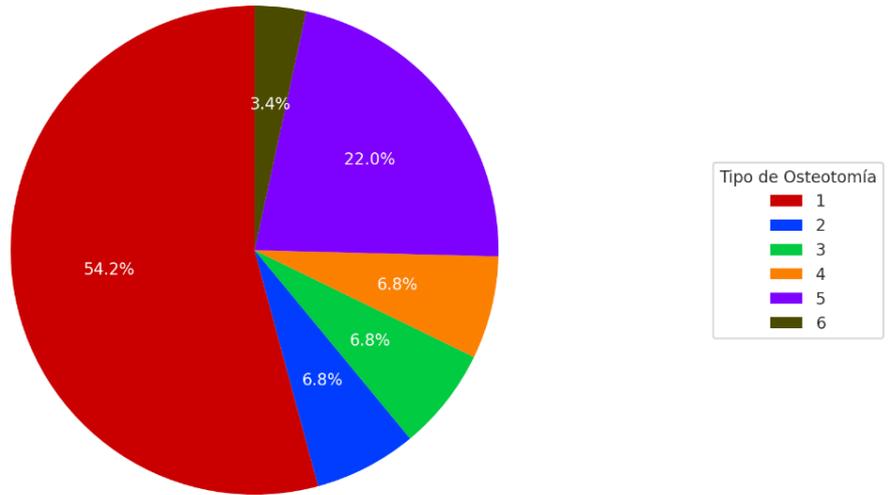


Figura 3. Distribución porcentual de las osteotomías

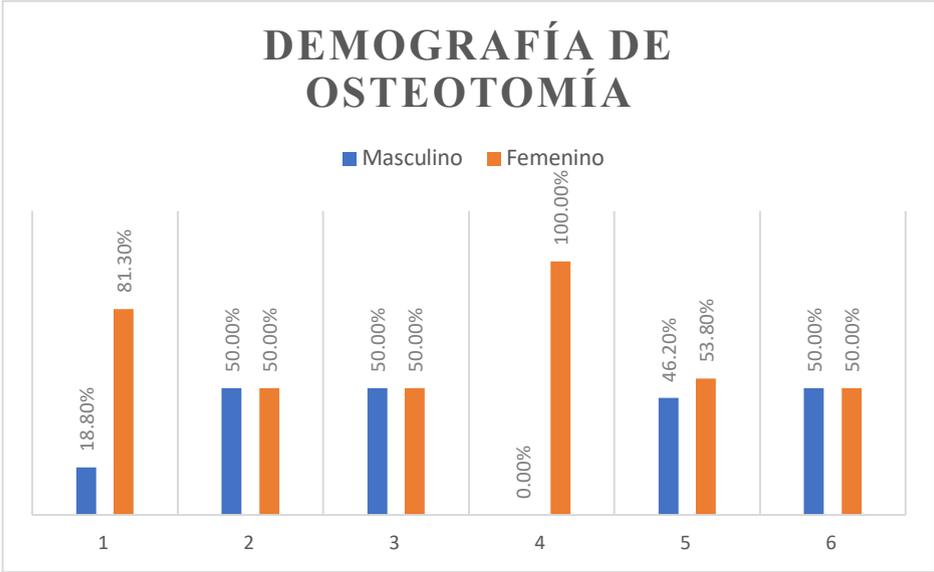


Figura 4. Demografía de osteotomías.

Ángulo de Cobb 2 años Postoperatorio

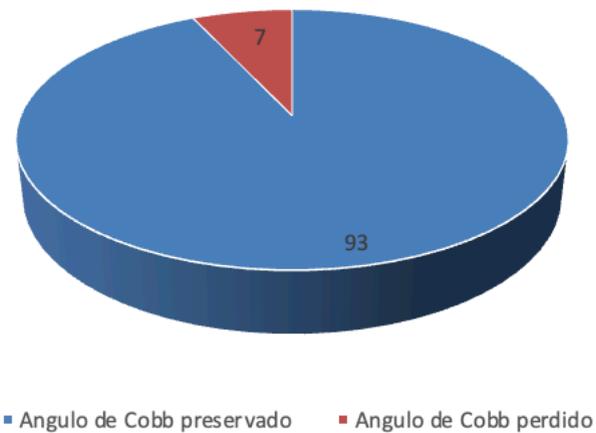
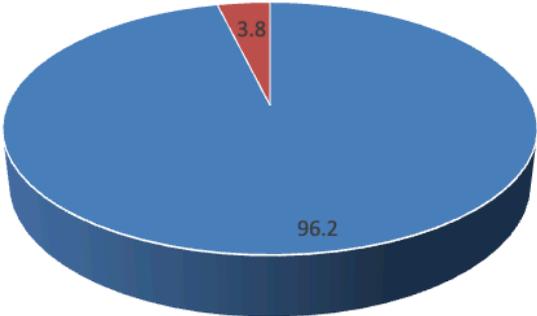


Figura 5. Preservación de ángulo de Cobb a los 2 años postoperatorio

Balance Sagital 2 años Postoperatorio



■ Balance preservado ■ Balance perdido

Figura 6. Preservación de balance sagital a los 2 años postoperatorio.