

Osteotomía de sustracción pedicular en la corrección de la cifosis toracolumbar por espondilitis anquilopoyética

Pedicle subtraction osteotomy in the correction of thoracolumbar kyphosis due to ankylosing spondylitis

Rodrigo de Jesús Rajadel Alzuri^{1*} <https://orcid.org/0000-0001-6025-4641>

Raúl R. Candebat Rubio¹ <https://orcid.org/0000-0002-8718-1507>

Orestes Mauri Pérez¹ <https://orcid.org/0000-0002-7992-7364>

¹Hospital Clínico Quirúrgico “Hermanos Ameijeiras”. La Habana, Cuba.

*Autor para la correspondencia: rodrigorajadel@infomed.sld.cu

RESUMEN

Introducción: Existe evidencia científica que demuestra la relación entre el balance sagital y la calidad de vida en los pacientes adultos con cifosis toracolumbar por espondilitis anquilopoyética, de manera que la corrección en ese plano se ha transformado en un objetivo primario en el tratamiento quirúrgico. Sin embargo, son técnicas complejas y con alta tasa de complicaciones.

Objetivo: Evaluar los resultados de la utilización de la osteotomía de sustracción pedicular en la corrección de la cifosis toracolumbar por espondilitis anquilopoyética.

Métodos: Se realizó un estudio tipo descriptivo, retrospectivo y longitudinal. La muestra estuvo constituida por 16 pacientes intervenidos con la técnica quirúrgica en el Servicio de Ortopedia del Hospital “Hermanos Ameijeiras” durante el periodo comprendido entre marzo del 2001 hasta marzo de 2021.

Resultados: La totalidad de los pacientes corresponden al sexo masculino, color de piel blanca y una edad promedio de 39 años. Se logró más del 80 % de corrección en el perfil sagital y un promedio de 34,4° por osteotomía sin complicaciones neurológicas mayores.

Conclusiones: Se obtuvo un buen resultado funcional, con un alto grado de satisfacción de los pacientes al mejorar su calidad de vida, lo que permitió evaluar la utilidad de la técnica.

Palabras clave: Osteotomía de sustracción pedicular; balance sagital; espondilitis anquilopoyética.

ABSTRACT

Introduction: Evidence shows the relationship between sagittal balance and quality of life in adult patients with thoracolumbar kyphosis. Thus, correction in the sagittal plane has become a primary objective in the surgical treatment of these ankylosing spondylitis conditions. Vertebral osteotomies allow to release the spine for this correction. However, they are complex techniques with a high rate of complications.

Objective: To assess the efficacy and safety of pedicle subtraction osteotomy in the correction of thoracolumbar kyphosis due to ankylosing spondylitis.

Methods: A descriptive, retrospective and longitudinal study was carried out. The sample consisted of 16 patients operated on, by using the aforementioned surgical technique, in the orthopedic service of Hermanos Ameijeiras Clinical-Surgical Hospital during the period from March 2001 to March 2021.

Results: All patients were male, had white skin and their average age was 39 years. There was a predominance of thoracic kyphosis with loss of lumbar lordosis. More than 80% of correction in sagittal plane was achieved, together with an average 30% of post-surgical lumbar lordosis. The most frequent complications were abdominal pain and surgical wound infection.

Conclusions: The use of pedicle subtraction osteotomy is an effective and safe technique for the correction of thoracolumbar kyphosis due to ankylosing spondylitis.

Keywords: pedicle subtraction osteotomy; sagittal balance; ankylosing spondylitis.

Recibido: 22/07/2021

Aprobado: 19/11/2021

Introducción

La corrección quirúrgica de la cifosis toracolumbar por espondilitis anquilopoyética (EA) es importante, ya que esta enfermedad afecta a personas jóvenes y productivas, tiende a discapacitarlos para toda la vida. Repercute en las esferas física, social y económica, llegando a pensionarlos por invalidez.⁽¹⁾

La EA, conocida también como enfermedad de Strumpell-Marie, es una enfermedad inflamatoria crónica seronegativa, de etiología desconocida que afecta fundamentalmente al esqueleto axial y apendicular, con tendencia a la fibrosis y la anquilosis ósea progresiva, asociada a limitación y discapacidad de carácter postural.^(1,2,3,4)

La aparición de la enfermedad está estrechamente relacionada al antígeno de histocompatibilidad *Human leukocyte antigen* (HLA-B27), encontrado aproximadamente en el 90 % de los enfermos. Este último, parece desempeñar un papel muy importante en la función del sistema inmunológico. Además, los parientes de pacientes con EA y HLA-B27 positivo tienen 30 % más riesgo de presentar la enfermedad comparado con 1-2 % de la población general.^(1,2,3)

Las deformidades de la columna en el plano sagital, especialmente las secundarias a EA, tienen una repercusión considerable sobre el estado físico y psíquico de los pacientes y son de difícil manejo por su complejidad e índice de complicaciones. La repercusión del balance sagital en el tratamiento del desequilibrio raquídeo es de capital importancia, puesto que el no reconocer una mala alineación en este plano puede tener consecuencias catastróficas. No incluye no solamente dolor y deformidad, sino que también influye en la calidad de vida de estos pacientes. Incluso, cuando se trate de deformidades en el plano coronal, es necesario tener presente el plano sagital para evitar futuras complicaciones.^(2,4,5)

El análisis del desequilibrio raquídeo es un prerrequisito obligatorio antes de realizar el procedimiento de corrección quirúrgica. El objetivo de la osteotomía de sustracción pedicular (OSP) es restituir un equilibrio raquídeo lo más próximo posible a la normalidad, evitando cualquier hipercorrección.⁽⁶⁾

El tratamiento quirúrgico de la cifosis toracolumbar es a menudo controvertido, ya que algunos autores son partidarios de la vía anterior (osteotomía de adición) donde añaden un injerto o caja que recupere el defecto anterior, mientras que otros son defensores de las osteotomías de sustracción por vía posterior.⁽⁶⁾ En este último grupo tenemos a *Smith-*

Petersen (1945)⁽⁷⁾ con su osteotomía en V (primera osteotomía descrita) hasta el ligamento vertebral común anterior, la osteotomía basada en el principio de la cáscara de huevo (del inglés *egg-shell*) de *Heining* (1984),⁽⁸⁾ la osteotomía de sustracción pedicular (OSP) de *Thomassen* (1985)⁽⁹⁾ y en 1993 a *Thiramont* y *Netrawichien*,⁽¹⁰⁾ quienes describieron una osteotomía con resección vertebral que va hasta el muro vertebral anterior, pero respetándolo. Un correcto tratamiento incluye la descompresión del canal medular, la corrección de la deformidad y la posterior estabilización de dicha corrección, lo que produce una disminución del dolor y una mejoría de la función neurológica.⁽¹⁰⁾

La cifosis toracolumbar por EA constituye un problema de salud creciente en las consultas de Ortopedia, dado el número de remisiones procedentes de otros centros en busca de alternativas de tratamiento quirúrgico. La difícil solución por la complejidad de la deformidad espinal y la técnica quirúrgica constituyen un reto para la mayoría de los cirujanos espinales en cuanto a las complicaciones que se describen en la literatura médica internacional. *Law* y otros⁽⁴⁾ en su serie de 114 pacientes tratados mediante osteotomía vertebral reportaron una tasa de mortalidad de un 10 %. *Bridwell KH* y otros⁽⁵⁾ informaron una ruptura transversal de la aorta abdominal por manipulación de la columna vertebral transoperatoria. Otros autores, de acuerdo a sus series, notificaron complicaciones neurológicas, infecciosas y trastornos gastrointestinales.^(9,10,11,12,13)

Lo antes expuesto motivó al grupo de cirugía espinal del Servicio de Ortopedia y Traumatología del Hospital Clínico Quirúrgico “Hermanos Ameijeiras” a desarrollar una técnica quirúrgica capaz de corregir la cifosis toracolumbar con el mínimo de complicaciones.

Por ello, el objetivo de este artículo fue evaluar los resultados de la osteotomía de sustracción pedicular en la corrección de la cifosis toracolumbar por espondilitis anquilopoyética.

Métodos

El universo de estudio estuvo conformado por todos los pacientes con deformidad espinal por EA intervenidos quirúrgicamente en el centro sede de la investigación, que en los estudios imagenológicos presentaron cifosis toracolumbar. La inclusión de los pacientes se realizó por los especialistas en Ortopedia que tomaron parte en esta investigación. Los pacientes se

incluyeron en el estudio en orden consecutivo y se creó un registro con los datos generales de los pacientes, los criterios diagnósticos y las evaluaciones funcionales con la fecha de inclusión en la investigación y su realización.

Se realizó un estudio tipo descriptivo, retrospectivo y longitudinal en 16 pacientes entre los 19 y 63 años de edad con diagnóstico de EA. Estos presentaban deformidad espinal fija, caracterizada por una cifosis toracolumbar, tratados mediante la técnica quirúrgica correctora de OSP en el Servicio de Ortopedia y Traumatología del Hospital Clínico Quirúrgico “Hermanos Ameijeiras” en el periodo comprendido entre marzo del 2001 y marzo del 2021. Dichos pacientes se ajustaban al Protocolo actual del servicio sobre el manejo quirúrgico de las deformidades espinales por EA, el cual corresponde a la VI Edición de las Prácticas Médicas de la Institución. Se consideraron los siguientes criterios para la realización de la técnica quirúrgica:⁽¹⁴⁾

Criterios de inclusión

- Pacientes mayores de 19 años, sin determinar el color de la piel y el sexo.
- Con deformidad espinal severa y discapacidad.
- Con pérdida de la visión horizontal.
- Con síntomas asociados a estenosis del canal lumbar o radiculopatía.
- Con estado inmunológico y nutricional adecuado.

Criterios de exclusión

- Cifosis toracolumbar de otras etiologías (degenerativa, postraumática, iatrogénica, infecciosa y tumorales)
- Cifosis cervicotorácica.
- Alteraciones coxofemorales.
- Sepsis local o sistémica.
- Alteraciones inmunológicas o nutricionales.
- Trastornos psiquiátricos moderados/severos.
- Enfermedades sistémicas descompensadas.
- Litigio médico/legal.

Se realizó un seguimiento promedio de 5 años (rango 2-10). Para evaluar la eficacia de la hipótesis planteada se consideraron dos variables principales de respuesta:

-Índice de discapacidad o escala de Oswestry, ⁽¹⁵⁾ considerado el “patrón de oro” como instrumento de evaluación de los resultados en afecciones vertebrales. Consiste en 10 secciones con 6 respuestas cada una, valoradas desde 0 hasta 5 puntos. Puede ser llenado por el paciente.

-Cuestionario SRS 22.⁽¹⁶⁾ Evaluación del grado de satisfacción del paciente. Se entrega al paciente la encuesta y solo se recoge el resultado de la pregunta No. 7 de la sección posoperatoria (¿Está satisfecho con los resultados del tratamiento?).

Se monitorizaron los siguientes parámetros como parte de las variables de seguridad:

- Volumen de pérdidas sanguíneas (VPS).
- Tiempo quirúrgico (TQ).
- Estadía hospitalaria (EH).
- Tiempo de consolidación ósea (CO).
- Selección del sistema de instrumentación espinal.
- Complicaciones posoperatorias.

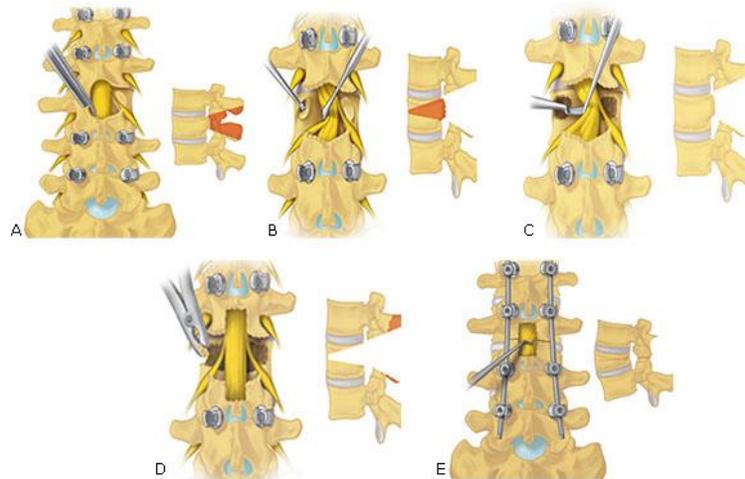
Se utilizaron variables descriptivas de la muestra como: edad, sexo, color de la piel y parámetros de laboratorio clínico. Se consideró la presencia del antígeno HLA-B27, proteína C reactiva (rango normal de 0,0 a 10mg/L), velocidad de sedimentación globular (rango normal de 0 a 15 mm/h en hombres), factor reumatoideo (paciente positivo o negativo), hematocrito (rango normal de 0,35 a 0,55 % en hombres).

Los datos se obtuvieron directamente del paciente (cohorte prospectiva) por medio del método empírico y el método clínico. En la cohorte retrospectiva se revisaron las historias clínicas en el Departamento de Registros Médicos, sección Archivo y el número se obtuvo del libro de egresos hospitalarios. Tanto la obtención como la recolección de los datos se realizaron por los autores de la investigación.

Se confeccionó una base para el registro de los datos en Microsoft Excel 2016 con los datos cualitativos y cuantitativos. Se emplearon técnicas de estadísticas descriptivas para las variables cuantitativas como el cálculo del promedio, la desviación estándar, los valores mínimos, los valores máximos y los porcentajes. Se realizó el análisis estadístico para identificar diferencias entre hallazgos radiológicos pre y posoperatorios y entre parámetros transoperatorios, según el sistema de instrumentación espinal utilizado por medio de la prueba t y la U de Mann-Whitney. Se consideró significativo cuando la probabilidad de error (p) fue menor que $\alpha=0,05$. Los análisis estadísticos se realizaron con ayuda del programa estadístico Minitab 17 y los gráficos y tablas con ayuda del programa Origin 60.

Técnica quirúrgica

En el 1985, Thomasen describió por primera vez la osteotomía posterior de las tres columnas para la corrección de las deformidades fijas plano sagital en pacientes con EA. La osteotomía de resección del pedículo se suele llevar a cabo en la tercera vértebra lumbar (L3), ya que esta vértebra constituye el vértice de la lordosis lumbar normal. También es más segura para realizar la osteotomía en este nivel puesto que es la parte caudal del cono medular. El principio de la osteotomía con cuña posterior consiste en realizar una osteotomía de cierre posterior por impactación intracorporal de una cuña ósea de vértice anterior. La charnela anterior de la osteotomía debe estar lo más cercana posible al muro vertebral anterior sin romperlo. Su objetivo es obtener la extensión manteniendo la integridad del ligamento longitudinal anterior. La osteoclasia por fragmentación esponjosa se reserva a los adultos con osteoporosis con discos ya osificados, mientras que la resección corticoesponjosa es más fácil en personas jóvenes con un tejido óseo sólido, sobre todo cuando los discos están presentes y tienen una funcionalidad potencial (Fig. 1).^(8,14)



Fuente: Hoffmann E, Queinnec S, Ould-Slimane M, Dauzac C, Lenoir T, Guigui P.

Fig. 1 - Osteotomía de sustracción pedicular. **A.** Resección de los elementos posteriores hasta los pediculos. **B.** Pediculos y cuerpo vertebral vaciados. **C.** Resección de la pared vertebral posterior. **D.** Resección de las paredes laterales. **E.** Aplicación de compresión a la osteotomía.

Comentario bioético

La investigación se realizó mediante el cumplimiento de los principios de la Declaración de Helsinki del 2013⁽¹⁷⁾ y fue aprobada por el Consejo Científico y el Comité de Ética Médica del Hospital “Hermanos Ameijeiras” en acta número 2018/8. Se explicó a los pacientes el objetivo del estudio y cada participante expresó su voluntariedad de participar mediante la firma del acta de consentimiento informado. Los datos se resguardaron de manera confidencial.

Resultados

En este trabajo investigativo se evaluaron a 16 pacientes en edades comprendidas entre 19 y 63 años, con un promedio de 39 años de edad. Se determinó un predominio de la cifosis toracolumbar por EA en seis pacientes en el grupo de edades comprendido entre los 31 y 40 años para un 37,5 % del total de la serie (Fig. 2).

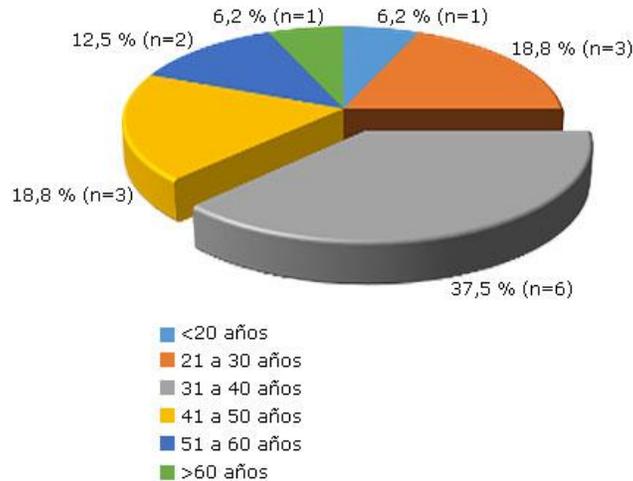


Fig. 2 - Gráfico de distribución por grupo de edades.

Todos los pacientes resultaron positivos a la presencia del antígeno HLA-B27 y negativos al factor reumatoideo (FR), mostrando valores elevados de proteína C reactiva (PCR) y de la velocidad de sedimentación globular (VSG).

La totalidad de los pacientes presentaron en el preoperatorio, según la clasificación de Simmons, una deformidad espinal Tipo I (cifosis torácica con pérdida de la lordosis lumbar). Dentro de esta deformidad el 81,3% de la totalidad de los pacientes presentaron una osificación completa y el 18,7 % de manera incompleta (Tabla 1).

Tabla 1 - Clasificación de Simmons para la deformidad espinal por EA

Tipo de deformidad espinal	Frecuencia absoluta	%
Tipo I. Cifosis torácica con pérdida de la lordosis lumbar	16	100
-Osificación completa	13	81,3
-Osificación incompleta	3	18,7
Tipo II. Cifosis torácica con lordosis cervical y lumbar normal	0	0
Total	16	100

Fuente: Modelo de recolección del dato primario.

En relación a las mensuraciones preoperatoria y posoperatoria en la cifosis toracolumbar por EA (Tabla 2), se muestran los valores primarios de los parámetros radiográficos preoperatorio (AFMV_{Pre}, CT_{Pre} y CL_{Pre}) y posoperatorio (AFMV_{Pos}, y LL_{Pos}) obtenidos en cada paciente, así como los valores promedios, su valor mínimo y máximo para cada parámetro en cada condición. La CT_{Pos} fue invariable.

Tabla 2 - Parámetros radiográficos de la cifosis toracolumbar por EA

No Paciente	Preoperatorio			Posoperatorio		
	AFMV _{Pre}	CL _{Pre}	CT _{Pre}	AFMV _{Pos}	LL _{Pos}	CT _{Pos}
1	44	15	58	8	30	-
2	42	13	56	8	32	-
3	40	12	52	7	33	-
4	40	11	49	8	32	-
5	45	16	59	9	35	-
6	42	12	55	8	34	-
7	41	11	50	7	31	-
8	40	11	51	8	30	-
9	41	12	53	8	31	-
10	32	10	46	3	27	-
11	39	10	48	6	30	-
12	43	14	55	7	33	-
13	51	24	60	10	49	-
14	42	13	51	8	34	-
15	41	12	53	8	32	-
16	47	18	57	9	38	-
Promedio	42	13	53	8	33	-
DE	4	4	4	2	5	-
(Mínimo-Máximo)	(32-51)	(10-24)	(46-60)	(3-10)	(27-49)	-

DE: desviación estándar; AFMV_{Pre/Pos}: ángulo frente mentón vertical preoperatorio y postoperatorio; CL_{Pre}: ángulo de cifosis lumbar preoperatorio; LL_{Pos}: ángulo de lordosis lumbar postoperatorio; CT_{Pre/Pos}: ángulo de cifosis torácica preoperatorio y postoperatorio; -: valor no medido.

Fuente: Modelo de recolección del dato primario.

Los resultados estadísticos realizados con los parámetros radiográficos con la prueba T, pareada para un $\alpha=0,05$ demuestran que el intervalo de confianza (95 %) para la diferencia entre las medias de las condiciones preoperatoria y posoperatoria no incluye a cero, lo cual sugiere una diferencia entre estos valores. Los valores de ($p<0,005$) también sugieren que los valores medios de ambas condiciones son diferentes (Tabla 3).

Tabla 3 - Resultados del análisis estadístico ($\alpha=0,05$) de dos muestras dependientes

Parámetro estadístico	AFMV _{Pre} -AFMV _{Pos}	CL _{Pre} -LL _{Pos}
Prueba estadística	t pareada	t pareada
Intervalo de confianza de 95%	32,79; 35,71	-20,97; -18,66
Valor de p	0,00	0,00

AFMV_{Pre/Pos}: ángulo frente mentón vertical preoperatorio/posoperatorio; CL_{Pre}: ángulo de cifosis lumbar preoperatorio; LL_{Pos}: ángulo de lordosis lumbar posoperatorio.

Fuente: Modelo de recolección del dato primario.

Después de la OSP los pacientes lograron en su totalidad la corrección de la cifosis toracolumbar por EA, (predominio de corrección > 80 %) (Tabla 4).

Tabla 4 - Valores individuales de corrección quirúrgica de la cifosis toracolumbar en la EA

No Paciente	Corrección (°) AFMV _{Pre} -AFMV _{Pos}	Corrección (%)	Promedio ± DE
		Valor	
1	36	82	82±3
2	34	81	
3	33	83	
4	32	80	
5	36	80	
6	34	81	
7	34	83	
8	32	80	
9	33	80	
10	29	91	
11	33	85	
12	36	84	
13	41	80	
14	34	81	
15	33	80	
16	38	81	

DE: desviación estándar; AFMV_{Pre/Pos}: ángulo frente mentón vertical preoperatorio y posoperatorio.
 Fuente: Modelo de recolección del dato primario.

Todas las osteotomías de sustracción pedicular se realizaron a nivel de la tercera vértebra lumbar (L3). El tiempo promedio de la cirugía no sobrepasó las 3 h con 15 min (195 min totales) con un volumen de pérdida sanguínea promedio de 365 mL. Los valores promedios del hematocrito preoperatorio y posoperatorio (24 h y 7 días) estuvieron en el rango normal. Predominó el sistema sublamina Tipo Luque en 8 pacientes (50 %), seguido del sistema Trauson con un 31,4 % en las instrumentaciones espinales posteriores.

La consolidación ósea clínica y radiológica de la OSP se obtuvo a los seis meses en la totalidad de los pacientes.

En la tabla 5 se muestran los resultados de los parámetros transoperatorio (TQ, VPS, EH) y de consolidación ósea (CO) de la osteotomía, según el sistema de instrumentación espinal utilizado. Se agruparon en sublamina tipo Luque y pediculares (Sistema evolutivo espinal, Sistema infinito, Complejo tornillo-alambre transpedicular y Sistema Trauson).

Tabla 5 - Parámetros transoperatorio y de consolidación ósea de la osteotomía

No Paciente	Sistema de instrumentación	TQ (min)	VPS (mL)	EH (Días)	CO (Meses)
13	Pedicular-Complejo tornillo-alambre transpedicular	203,0	525,0	21,0	4,0
6	Pedicular-evolutivo espinal	250,0	520,0	15,0	4,0
7	Pedicular-infinito	205,0	470,0	14,0	3,0
14	Pedicular-Trauson	220,0	450,0	21,0	4,0
5	Pedicular-Trauson	221,0	420,0	15,0	3,0
12	Pedicular-Trauson	215,0	410,0	13,0	6,0
15	Pedicular-Trauson	218,0	400,0	21,0	6,0
10	Pedicular-Trauson	210,0	100,0	12,0	6,0
Promedio	-	217,8	411,9	16,5	4,5
DE	-	14,7	134,6	3,9	1,3
3	Sublaminar	185,0	380,0	12,0	3,0
8	Sublaminar	163,0	350,0	13,0	4,0
4	Sublaminar	179,0	350,0	10,0	4,0
1	Sublaminar	165,0	325,0	10,0	3,0
16	Sublaminar	178,0	322,0	15,0	3,0
2	Sublaminar	182,0	300,0	7,0	3,0
9	Sublaminar	168,0	300,0	14,0	4,0
11	Sublaminar	161,0	220,0	15,0	4,0
Promedio	-	172,6	318,4	12,0	3,5
DE	-	9,4	48,1	2,8	0,5

DE: desviación estándar; min: minutos; mL: mililitros; TQ: tiempo quirúrgico; VPS: volumen de pérdida de sangre; EH: estadía hospitalaria; C: consolidación ósea.

Fuente: Modelo de recolección del dato primario.

Los resultados estadísticos realizados utilizando una prueba t de dos muestras independientes para un $\alpha=0,05$, demuestran que existe diferencia estadística ($p<0,05$) entre los valores promedios del TQ y la EH con dos métodos diferentes. (Tabla 6). Fueron los promedios mayores los obtenidos al utilizar el sistema de instrumentación pedicular (TQ promedio=217,8±14,7 min, EH promedio=16,5±3,9 días), en comparación a los obtenidos mediante el sistema de instrumentación sublaminar (TQ promedio=172,6±9,4min, EH promedio=12,0±2,8 días) (Tabla 5).

No existen diferencias estadísticas significativas ($p>0,05$) para el VPS mediante una prueba t y para la CO mediante una prueba de U de Mann-Whitney al utilizar ambas instrumentaciones (Tabla 6).

Tabla 6 - Resultados del análisis estadístico ($\alpha=0,05$) de dos muestras independientes

Parámetro estadístico	TQ	VPS	EH	CO
Prueba	T de dos muestras	T de dos muestras	T de dos muestras	Mann-Whitney
Intervalo de confianza de 95%	15,91; 40,09	-23,0; 210,0	0,82; 8,18	-0,001 a 1,999
Valor de p	0,00	0,10	0,02	0,13

TQ: tiempo quirúrgico; VPS: volumen de pérdida de sangre; EH: estadía hospitalaria; CO: consolidación ósea.

Fuente: Modelo de recolección del dato primario.

Se señala que ningún paciente presentó pseudoartrosis ni retardo de la consolidación. Finalmente, se comprueba que la proporción de no complicados predominó sobre los complicados. (Fig. 3).

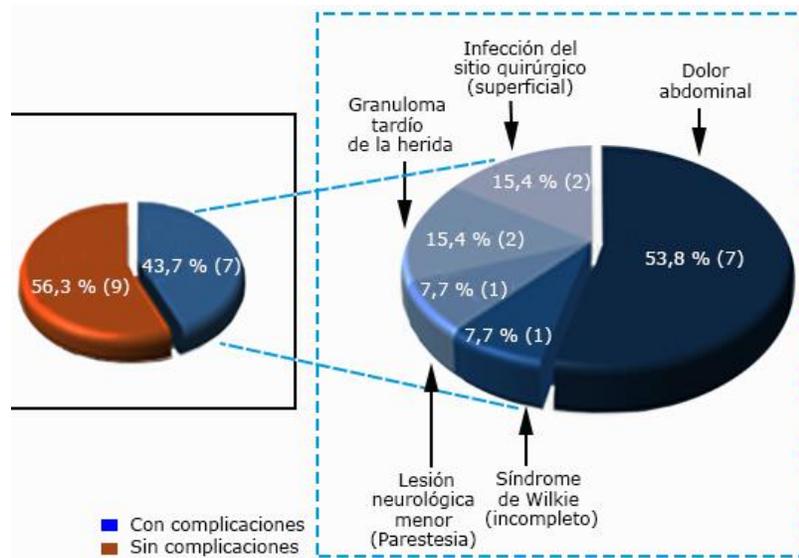


Fig. 3 - Complicaciones de la osteotomía de sustracción pedicular. **A.** Porcentaje de pacientes con o sin complicaciones. **B.** Porcentaje por tipos de complicaciones.

En la valoración de la discapacidad preoperatoria predominó la limitación funcional severa en 13 pacientes y en la valoración posoperatoria la totalidad de los pacientes calificaron con una limitación funcional mínima.

Al aplicar el cuestionario SRS-22, en específico la pregunta No. 7, al indagar sobre el grado de satisfacción con el tratamiento quirúrgico, resultó que la totalidad de los operados expresaron satisfacción.

Discusión

En Cuba no se muestran resultados sobre la incidencia y prevalencia de la EA en la población en general por no contar con estudios multicéntricos al respecto. Sin embargo, si existen datos en otras regiones del mundo. En España la prevalencia de la EA se sitúa entre el 0,3 al 1,3 %, lo que representa un total de 500 000 pacientes. Estudios recientes han determinado una prevalencia de 0,37 % en la población italiana, de 0,22 % en China, de 0,64 % en Lituania, de 0,24 % en Grecia, 0,9 % en México y 0,26 % en Noruega. Podemos apuntar que la incidencia de la enfermedad a nivel mundial se calcula en unos 7 casos nuevos por cada 100 000 habitantes/año.^(1,3,14)

Se concuerda con otros autores que la EA es una enfermedad autoinmune que afecta principalmente a hombres en una proporción de 3:1 entre la segunda y la tercera década de la vida. En Portugal se estima que existe un 1,2 % de hombres que padece EA. En Turquía la prevalencia es de 0,54 % en hombres. Sin embargo, en Francia la prevalencia fue similar en mujeres 0,29 % y en hombres 0,31 %.^(1,2,3)

Un hecho interesante es la edad relativamente tardía en que se inicia la sintomatología clínica. En Australia, se estima que el retraso en el diagnóstico tiene una media de 8,1 años y es mayor en mujeres y jóvenes. Este retraso puede ser debido a que los síntomas y manifestaciones clínicas iniciales de la afección son comunes a otras nosologías.^(1,3,14,18,20)

A esto contribuyen, a juicio de los autores, dos factores: en primer lugar, se piensa que la enfermedad es rara en la mujer y no se hace un diagnóstico oportuno y, en segundo lugar, el curso de la enfermedad es más insidioso y rara vez llega a presentarse su forma clásica con limitación funcional severa a nivel de la columna vertebral y el aspecto radiológico de “columna en bambú”.

El componente genético más importante en la EA es el HLA-B27, presente en la totalidad de los pacientes estudiados.⁽¹⁹⁾ En Cuba existe una relación aproximada de un 73 % entre la prevalencia del marcador genético HLA-B27 y la prevalencia e incidencia de esta enfermedad en los 354 pacientes asistidos desde el 2007 en la Consulta de Reumatología del Hospital Clínico Quirúrgico “Hermanos Ameijeiras”.⁽²⁰⁾ Es más frecuente en hombres que en mujeres en una relación de 2 a 1. Existe una mayor prevalencia de HLA-B27 en personas de color de piel blanca y resulta positivo sólo en el 8 % de los individuos caucásicos normales y en el 0,4 % de la población afronorteamericana.⁽¹⁹⁾

Otros autores afirman su presencia en el 3 % de las personas de color de piel negra, pero el 90 % de los pacientes con EA y el 75 % de quienes presentan síndrome de Reiter, muestran positividad al HLA-B27. Sin embargo, en la población general esta condición tiene una frecuencia de alrededor del 6 %. No obstante, sólo aproximadamente el 2 % de las personas HLA-B27 positivas tienen la enfermedad, por lo que saber si una persona es portadora de este marcador genético por sí solo no es útil para determinar si desarrollará la enfermedad.^(1,3,14,19,20)

Los parámetros inflamatorios proteína C reactiva y velocidad de sedimentación globular se incrementaron en la totalidad de los pacientes estudiados. Varios autores refieren en un 50 % de los casos con EA una cierta actividad inflamatoria en el paciente. Pero, de acuerdo a su opinión, no son concluyentes. El factor reumatoideo fue negativo en todos los enfermos. Coincidimos con los reportes encontrados en la literatura médica, definiendo a esta entidad como seronegativa.^(1,3,19,20)

La evaluación del contorno sagital óptimo para un paciente al que se le indica una OSP es de gran importancia. Su cálculo y ejecución representan un desafío que condiciona el resultado de la cirugía.^(21,22)

Todos los pacientes estudiados mejoraron el perfil sagital ante la radiografía, aunque la principal mejoría fue funcional. Similar a varios autores que sugieren que en el análisis del equilibrio sagital las técnicas de corrección deben usarse preferiblemente en sujetos con evidencia de postura anormal para restablecer el equilibrio espinopélvico global y mejorar el entorno biomecánico.^(21,22,23,24,25)

En la presente investigación se determinó el tipo de deformidad espinal de acuerdo a la clasificación de Simmons.⁽²⁶⁾ La totalidad de los pacientes correspondieron al Tipo I, lo cual concuerda con la literatura médica consultada y se enmarcan en el desequilibrio global descompensado.

El presente estudio encontró que la media de corrección quirúrgica $34,3+2,7^\circ$ resultante de la diferencia del valor primario del AFMV_{Pre} y AFMV_{Pos} concuerda con los resultados de otros autores. *Thomasen*⁽⁹⁾ reportó correcciones de 35° , *Bridwell* y otros⁽⁵⁾ de $34,5^\circ$, *Thiranont N* y otros⁽¹⁰⁾ de 33° , *Gupta* y otros⁽²⁷⁾ de 39° , *Zhang PC* y otros⁽²⁸⁾ de $30,3^\circ$. En la opinión de los autores los parámetros radiográficos mejoraron de forma significativa, determinados con el método de Cobb, los valores de la CL_{Pre} y la LL_{Pos} promedio para la

diferencia media -20.9° el valor de $p=0,000$ ($<0,005$) lo que sugiere que hay diferencias significativas entre los grupos para un 95% de confianza, estos resultados concuerdan con los obtenidos por *Buchowski*⁽¹²⁾ y otros valores de la CLPre $-17,1^\circ \pm 19,3^\circ$ y LLPos promedio $-49,3^\circ \pm 14,7^\circ$ ($p < 0,000$), que además reporta complicaciones neurológicas mayores en cinco de sus 12 pacientes con el apoyo de la monitorización espinal transoperatoria, la CT no se modifica en el posoperatorio debido a la selección del nivel de la osteotomía.

Las mediciones con fines correctivos deben contemplar los problemas segmentarios que afecten al comportamiento global de la columna vertebral. Si bien este concepto es adecuado para diagnosticar explicativamente los cuadros de hipolordosis, no contempla todas las variables que ofrece la enfermedad. Una hipolordosis o rectificación entre L3 y S1, compensada con una hiperlordosis secundaria entre L1 y L3, daría como resultado una medición de una lordosis casi normal que suele ser sintomática.^(5,12) De acuerdo con *Bridwell*,⁽⁵⁾ la LL normal debe tener entre 10° y 30° más que la CT.

En la presente investigación el empleo de la OSP permitió obtener una corrección del balance sagital ideal en el 100 % de la población estudiada, lo que demuestra una clara recuperación de la armonía raquídea.

En la opinión de los autores, el factor estético mejoró ostensiblemente y con ello, los problemas psicológicos observados en la mayoría de estos pacientes por ser “jorobados”. La descompensación del tronco íntimamente relacionado con el aspecto estético se valoró de manera clínica e imagenológica, posterior al tratamiento quirúrgico. Un 62,5 % presentaron más de un 80 % de corrección del balance sagital. Los restantes (37,5 %) lograron un 80 %, para un promedio de corrección quirúrgica del 82 %. Estos valores concuerdan con *Thomasen*⁽⁹⁾ que obtuvo una corrección promedio del 80 %, igual a *Bridwell*.⁽⁵⁾ *Hehne HJ* y otros⁽²⁹⁾ reportaron un promedio del 57 %, *Huang JC* y otros⁽³⁰⁾ documentaron un 85 % e informaron además la satisfacción de los pacientes con los resultados.

Los procedimientos quirúrgicos constituyen la principal causa de pérdida de grandes volúmenes de sangre, en ocasiones de cantidades mayores al 20 % del volumen sanguíneo total.⁽³¹⁾ Los autores opinan que las OSP están asociadas con una sustancial pérdida de sangre, lo que puede resultar en complicaciones, aumento de la estadía hospitalaria y de los costos. En este estudio, el tiempo quirúrgico promedio fue de 195 min. con un sangramiento promedio de 365 mL. No se requirió de transfusión sanguínea. Estos resultados, fueron inferiores a los

informados por varios autores. *Suk* y otros⁽³²⁾ observaron que la OSP consumía un tiempo quirúrgico de aproximadamente 215 min, menor pérdida de sangre intraoperatorio y mayor corrección de la cifosis toracolumbar. *Wang MY* y otros⁽³³⁾ presentaron un tiempo quirúrgico promedio de 218 min y una pérdida de sangre de 1101 mL. *Huang JC* ⁽³⁰⁾ y otros comunicaron un tiempo quirúrgico de 331,8 min, asociado a una pérdida de sangre de 1691,1 mL.

En la opinión de los autores, la técnica anestésica del paciente con cifosis toracolumbar por EA tiene un peso muy importante en la evolución transoperatoria y posoperatoria inmediata. En la consecución de los objetivos propuestos se exige una estrecha relación entre cirujanos y anestesiólogos, desde la posición en la mesa operatoria, el tipo de anestesia, la profundidad de la hipotensión controlada y el test del despertar.

En esta investigación no se reportaron alteraciones coxofemorales inducidas por la corrección quirúrgica de la cifosis toracolumbar. Los sistemas de instrumentación espinal corresponden con los enumerados en los resultados. Predominó el sistema sublamina Tipo Luque en ocho pacientes, seguido del sistema *Trauson* con un 31,2 %. Todas las OSP se realizaron a nivel de la vértebra lumbar L3. Se instrumentaron dos segmentos en sentido proximal y distal a la vértebra seleccionada, o sea desde L1 hasta L5, a 13 pacientes. A tres pacientes se les prolongó la instrumentación en sentido proximal por presentar osificación incompleta de los discos intervertebrales. Además, se les aplicó injerto autólogo, tomado de la cresta ilíaca posterosuperior, con el objetivo de evitar la deformidad cifótica por encima de la instrumentación espinal.

Dentro de las técnicas actuales de instrumentación se utiliza exclusivamente tornillos pediculares.⁽³⁴⁾ Este tipo de tratamiento aumenta el costo de los materiales, el tiempo quirúrgico y el riesgo de complicaciones sin tener un impacto en los resultados. En contraste con los sistemas tradicionales e híbridos, se obtienen resultados de corrección muy similares a los reportados en la literatura internacional, disminuyendo costos, tiempo quirúrgico y las complicaciones.^(27,28,30,33,34)

La totalidad de los pacientes presentaron criterios de consolidación ósea radiológica a los seis meses, aunque 13 pacientes (81,3 %) presentaron dichos criterios a los cuatro meses. No se reportaron aflojamientos, ni ruptura del material de osteosíntesis. De acuerdo con los criterios para evaluar la pseudoartrosis reportado por *Kim WJ* y otros⁽³⁵⁾ estos pueden ser la

pérdida de la fijación, la ruptura del implante, el desplazamiento de los vástagos y la pérdida de posición de los tornillos. la deformidad progresiva clínica y radiológica. el colapso del espacio discal intervertebral adyacente. el movimiento anormal clínico y radiológico durante maniobras en el transoperatorio a nivel de la masa de fusión. Sin embargo, otros autores como *Ha KY* y otros⁽⁶⁾ reportaron un 15 % de pseudoartrosis después la cirugía correctiva.

La OSP es un procedimiento complejo, a medida que aumenta la complejidad, también lo hace el riesgo de complicaciones. La tasa de complicaciones en este estudio es similar a la observada por otros autores, aunque no se reportan complicaciones neurológicas mayores como respiratorias, ni ruptura vascular.^(36,37,38,39,40)

Predominó el dolor abdominal en más del 50 % de los pacientes durante el posoperatorio inmediato, que cedió con tratamiento analgésico. Se reportó un paciente con un Síndrome Wilkie o Síndrome de la arteria mesentérica superior (incompleto), el cual fue resuelto con tratamiento médico en 24 h. Ambas complicaciones obedecen, a juicio de los autores, a la elongación del abdomen durante la alineación de la columna vertebral. Se informaron cuatro pacientes con infección superficial del sitio quirúrgico.

La evidencia demuestra que a pesar de las modernas y muy avanzadas técnicas de instrumentación en la corrección de la cifosis toracolumbar por EA, el porcentaje de complicaciones es aún alto, con informaciones en algunos estudios de una tasa de mortalidad del 3,4 %.⁽²⁷⁾ Indudablemente es un proceder de muy alto riesgo, incluso para los cirujanos experimentados en la ejecución de la técnica. Se ha relacionado la instrumentación segmentaria sublamina de Luque con una alta tasa de complicaciones neurológicas, lo cual es una desventaja evidente. Sin embargo, el método puede ser útil en centros entrenados en la técnica.

En esta serie se utilizó el sistema sublamina de Luque en el 50 % de los pacientes y no se reportaron complicaciones neurológicas. Para disminuir el riesgo de lesión neurológica, se prestó gran atención al colocar las asas de alambres por debajo de las láminas, las cuales se mantuvieron estrictamente recogidas una vez situadas en el espacio sublamina para evitar la compresión medular por la sección del asa situada en dicho espacio. En este estudio se trabajó con pacientes de alta complejidad y mayor riesgo de complicaciones (adultos con cifosis toracolumbar que requirieron OSP).

Como se ha señalado por *Qian BP* y otros⁽⁴¹⁾ la evolución de este grupo es de mal pronóstico, con el empleo del tipo de instrumentación pedicular, el sistema *Trauson*. Se presentó en un paciente una lesión neurológica menor (parestesia), el cual se recuperó totalmente antes de las cuatro semanas sin la necesidad de medidas terapéuticas adicionales. En la literatura consultada, *Bridwell KH* y otros⁽⁵⁾ publicaron una serie de 21 pacientes a los cuales les practicaron la técnica de OSP y presentaron como complicación 2 parestesias transitorias. *Buchowski* y otros⁽¹²⁾ reportaron en su serie una proporción de déficit del neurológico del 11 %, asociados a lesiones de la raíz y del saco dural como resultado de la manipulación en la OSP. En un estudio retrospectivo reciente, *Bari TJ* y otros⁽¹³⁾ encontraron la prevalencia de complicaciones neurológicas transoperatorias o posoperatorias en un 4 % después de osteotomía lumbar u osteotomía torácica de resección del pedículo para el tratamiento de un desequilibrio en el plano sagital. Este déficit solo se pensaba que probablemente era debido a la compresión de la raíz nerviosa. Además, la inestabilidad y la subluxación en el sitio de la osteotomía pueden conducir a complicaciones neurológicas.^(45,46,47,48,49)

En la opinión de los autores, se concluye que las complicaciones fueron demostrativas del riesgo de la intervención quirúrgica. Se exige la selección correcta del paciente, el entrenamiento de los especialistas en Ortopedia, Anestesiología y Medicina interna, dada la alta complejidad de la OSP, la larga curva de aprendizaje que requiere la corrección de la cifosis toracolumbar por EA y el conocimiento de los sistemas de instrumentación espinal. En los últimos años han despertado un gran interés las aplicaciones informáticas basadas en escalas que miden la calidad de vida y la repercusión funcional de las enfermedades.^(42,43,44,50,51) Los resultados obtenidos luego de la utilización de la OSP permitieron evidenciar la mejoría clínica de los pacientes de forma satisfactoria que lo cual les permitirá retornar a sus actividades normales en la sociedad. Se toma como referencia la escala de Oswestry aplicada a cada paciente. Es la más utilizada y recomendada a nivel mundial para medir la repercusión funcional del dolor lumbar. Para la interpretación de los resultados está especialmente indicada en pacientes con discapacidad moderada-severa, que son los habituales en las consultas especializadas del aparato locomotor.^(15,50,51)

En la valoración de la discapacidad preoperatoria predominaron 13 pacientes (60 %) con una limitación funcional severa y tres con limitación funcional moderada (26 %). En la valoración posoperatoria la totalidad de los pacientes obtuvieron un nivel de discapacidad

leve, como una limitación funcional mínima con valores en siete pacientes (10 %) y en nueve pacientes (0,0 %). Se corresponde con los resultados de *Mao SH* y otros⁽³⁷⁾ de 47,9 % antes de la intervención y de 29,7 % posterior a ella. Durante la aplicación del cuestionario SRS-22, el 93,7 % de los pacientes expresaron estar completamente satisfechos con la OSP y el 6,3 % bastante satisfechos. Ninguno reveló insatisfacción, lo cual permitió evaluar la eficacia de la técnica quirúrgica en la corrección de la cifosis toracolumbar por EA.

Los autores concluyen que la utilización de la osteotomía de sustracción pedicular resulta una técnica eficaz y segura en la corrección de la cifosis toracolumbar por espondilitis anquilopoyética.

Referencias bibliográficas

1. Sociedad Española de Reumatología Espondilitis anquilosante. Madrid: SER; 2021 [acceso: 11/03/2021]. Disponible en: <http://www.ser.es/pacientes/enfermedades-reumaticas/espondilitis/>
2. Santos Coto C, Rivas Hernández R, Fleites Marrero E. Espondilitis anquilopoyética. Rev Cubana Ortop Traumatol. 2009 [acceso 21/03/2021];23(2). Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0864-215X2009000200005&lng=es&nrm=iso&tlng=es
3. National Institute of Arthritis and Musculoskeletal and Skin Diseases. Ankylosing Spondylitis. Maryland: NIAMS; 2018 [acceso 21/03/2021]. Disponible en: http://www.niams.nih.gov/Health_Info/Ankylosing_Spondylitis/default.asp
4. Law WA. Osteotomía de la columna vertebral. Cir Ap Locom. 1991 [acceso 21/03/2021];8(2):113-6. Disponible en: <https://www.elsevier.es/index.php?p=revista&pRevista=pdf-simple&pii=13107085&r=129>
5. Bridwell KH, Lewis SJ, Edwards C, Lenke LG, Iffrig TM, Berra A, *et al.* Complications and outcomes of pedicle subtraction osteotomies for fixed sagittal imbalance. Spine. 2003;28:2093-101. DOI: <https://doi.org/10.1097/01.BRS.0000090891.60232.70>
6. Ha KY, Kim YH, Park HY, Cho CH, Kim SI. Surgical strategy for revisional lumbar pedicle subtraction osteotomy to correct fixed sagittal imbalance: The effect of the osteotomy

level and iliac screw fixation. J Orthop Sci. 2020;2658(20)30247-5. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jos.2020.07.025>

7. Smith Petersen MN, Larson CB, Aufranc OE. Osteotomy of the spine for correction of flexion deformity in rheumatoid arthritis. J Bone Joint Surg [Am]. 1945;27:1-11. PMID: 5357786.

8. Heinig CG. Eggshell procedure. En: Luque ER (Ed). Segmental spinal instrumentation. Thorofare NJ Slack. 1984;221-34. DOI: <https://doi.org/10.3928/0147-7447-19870601-14>

9. Thomasen E. Vertebral osteotomy for correction of kyphosis in ankylosing spondylitis. Clin Orthop. 1985;194:142-52. PMID: 3978906.

10. Thiranont N, Netrawichien P. Transpedicular decancellation closed wedge vertebral osteotomy for treatment of fixed flexion deformity of spine in ankylosing spondylitis. Spine. 1993;18(16):2517-22. DOI: <https://doi.org/10.1097/00007632-199312000-00023>

11. Booth KC, Bridwell KH, Lenke LG, Baldus CR, Blanke KM. Complications and predictive factors for the successful treatment of flatback deformity (fixed sagittal imbalance). Spine. 1999;24(16):1712-20. DOI: <https://doi.org/10.1097/00007632-199908150-00013>

12. Buchowski JM, Bridwell KH, Lenke LG, Kuhns CA, Lehman Jr RA, Kim YJ, *et al.* Neurologic complications of lumbar pedicle subtraction osteotomy: a 10-year assessment. Spine. 2007;32(20):2245-52. DOI: <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e31814b2d52>

13. Bari TJ, Hallager DW, Hansen LV, Dahl B, Gehrchen M. Reducing revision rates following pedicle subtraction osteotomy surgery: a single-center experience of trends over 7 years in patients with adult spinal deformity. Spine Deform. 2021;9(3):803-15. DOI: <https://doi.org/10.1007/s43390-020-00256-5>

14. Rajadel Alzuri R, Candebat Rubio R, Mauri Pérez O, Carrasco Sosa M. Manejo quirúrgico de la deformidad espinal en la espondilitis anquilopoyética. VI Edición del Manual de Prácticas Médicas del Hospital Clínico Quirúrgico “Hermanos Ameijeiras”. CEDISAP. 2018 [acceso: 21/03/2021]. Disponible en: <https://isbn.cloud/9789593061865/manual-de-practicas-medicas-hospital-clinico-quirurgico-hermanos-ameijeiras-vi-edicion-2018/>

15. Vicente-Herrero MT, Casal-Fuentes ST, Espí-López GV, Fernández-Moreno A. Dolor Lumbar en pacientes de consulta traumatológica. Variables sociosanitarias Relacionadas. Med Segur Trab. 2019 [acceso: 21/03/2021];65(256):186-198. Disponible en: <https://scielo.isciii.es/pdf/mesetra/v65n256/0465-546X-mesetra-65-256-186.pdf>
16. Sociedad iberoamericana de columna. Cuestionarios SRS-22 para el paciente en español. SIC. 2020 [acceso: 21/03/2021]. Disponible en: <http://www.silaco.org/images/SRS22-CUESTIONARIO-PARA-EL-PACIENTE.pdf>
17. Cantín M. Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial: Principios Éticos para las Investigaciones Médicas en Seres Humanos. Int J Med Surg Sci. 2015 [acceso: 21/03/2021];1(4):339-46. Disponible en: http://www.ijmss.org/wp-content/uploads/2015/05/art_8_14.pdf
18. American College of Rheumatology. Spondyloarthritis. Diseases Conditions. Atlanta: Amer College Rheumatol. 2019 [acceso: 21/03/2021]. Disponible en: <http://www.rheumatology.org/I-Am-A/Patient-Caregiver/DiseasesConditions/Spondyloarthritis>
19. Castro Santos P, Gutiérrez MA, Díaz Peña R. Genética, HLA-B27 y espondilitis anquilosante: 40 años. Rev Med Chile. 2014 [acceso: 21/03/2021];142:1165-73. Disponible en: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-98872014000900011
20. Casas Figueredo N, Arguelles Zayas A, Chico Capote A, Estévez del Toro M. Espondilitis anquilopoyética. VI Edición del Manual de Prácticas Médicas del Hospital Clínico Quirúrgico “Hermanos Ameijeiras”. CEDISAP. 2018 [acceso: 21/03/2021]. Disponible en: <https://isbn.cloud/9789593061865/manual-de-practicas-medicas-hospital-clinico-quirurgico-hermanos-ameijeiras-vi-edicion-2018/>
21. Ponte A, Orlando G, Siccardi GL. The True Ponte osteotomy: by the one who developed it. Spine Deform. 2018;6:2-11. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jspd.2017.06.006>
22. Akpolat AO, Tasci F, Kilinc BE, Celebi ME, Balioglu MB. A novel mathematical model to calculate the osteotomy in ankylosing spondylitis. Spine (Phila Pa 1976). 2021;46(11):760-4. PMID: 33399365
23. Tabares Neyra HI, Fleites Marrero EE, Tabares Sáez H, Morales Seife R. Influencia del balance sagital sobre los cambios degenerativos de la columna vertebral (I). Rev Cubana Ortop Traumatol. 2020 [acceso: 21/03/2021];34(2). Disponible en:

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0864-215X2020000200006&lng=es&nrm=iso&tlng=es

24. Heyde CE, Glasmacher S, von der Höh NH, Völker A. Spontaneous intraoperative lumbar fracture leading to an unexpected correction in ankylosing spondylitis corrective surgery: a case report. *GMS Interdiscip Plast Reconstr Surg DGPW*. 2020;9:Doc04. PMID: 33299739
25. Bari TJ, Hallager DW, Hansen LV, Dahl B, Gehrchen M. Mechanical revision following pedicle subtraction osteotomy: a competing risk survival analysis in 171 consecutive adult spinal deformity patients. *Spine Deform*. 2021;9(1):191-205. DOI: <https://doi.org/10.1007/s43390-020-00195-1>
26. Simmons ED. Kyphotic deformity of the spine in ankylosing spondylitis. *Clin Orthop Relat Res*. 1977;(128):65-77. PMID: 598177
27. Gupta MC, Gupta S, Kelly MP, Bridwell KH. Pedicle subtraction osteotomy. *JBJS Essent Surg Tech*. 2020;10(1):e0028.1-11. DOI: <http://dx.doi.org/10.2106/JBJS.ST.19.00028>
28. Zhang PC, Deng Q, Sheng WB, Guo HL, Mamat M, Luo YX, *et al*. The sagittal parameters and efficacy of pedicle subtraction osteotomy in patients with ankylosing spondylitis and kyphosis under different lumbar sagittal morphologies. *Int J Gen Med*. 2021;14:361-70. DOI: <http://doi.org/10.2147/IJGM.S292894>
29. Hehne HJ, Zielke K, Bohm H. Polysegmental lumbar osteotomies and transpedicled fixation for correction of long-curved kyphotic deformities in ankylosing spondylitis: report of 177 cases. *Clin Orthop*. 1990;258:49-55. PMID: 2144223.
30. Huang JC, Qian BP, Qiu Y, Wang B, Yu Y, Qiao M. What is the optimal postoperative sagittal alignment in ankylosing spondylitis patients with thoracolumbar kyphosis following one-level pedicle subtraction osteotomy? *Spine J*. 2020;20(5):765-75. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.spinee.2019.11.005>
31. Tabares Neyra H, Díaz Quesada JM, Tabares Sáez H, Tabares Sáez L. Actualización sobre prevención y tratamiento de la pérdida de sangre quirúrgica. *Rev Cubana Ortop Traumatol*. 2017 [acceso: 21/03/2021];31(1):92109. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0864-215X2017000100009&lng=es&nrm=iso&tlng=es

32. Suk SI, Chung ER, Kim JH, Kim SS, Lee JS, Choi WK. Posterior vertebral column resection for severe rigid scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2005;30(14):1682-7. DOI: <https://doi.org/10.1097/01.brs.0000170590.21071.c1>
33. Wang MY, Bordon G. Mini-Open pedicle subtraction Osteotomy as a treatment for severe adult spinal deformities: case series with initial clinical and radiographic outcomes. *J Neurosurg Spine*. 2016;24(5):769-76. DOI: <https://doi.org/10.3171/2015.7.SPINE15188>
34. Panadero MT. Análisis de resultados de la colocación de tornillos transpediculares en instrumentación dorsolumbar con guía de neuronavegación [Tesis doctoral]. Universidad Complutense de Madrid: Madrid; 2017 [acceso: 21/03/2021]. Disponible en: <https://eprints.ucm.es/id/eprint/41309/>
35. Kim WJ, Lee JW, Park KY, Chang SH, Song DG, Choy WS. Treatment of adult spinal deformity with sagittal imbalance using oblique lumbar interbody fusion: Can we predict how much lordosis correction is possible? *Asian Spine J*. 2019;13(6):1017e27. DOI: <https://doi.org/10.31616/asj.2018.0306>
36. Van Royen BJ, De Gast A. Lumbar osteotomy for correction of thoracolumbar kyphotic deformity in ankylosing spondylitis. A structured review of three methods of treatment. *Ann Rheum Dis*. 1999;58:399-406. DOI: <https://doi.org/10.1136/ard.58.7.399>
37. Mao SH, Feng ZX, Qian BP, Qiu Y. The clinical relevance of the presence of bridging syndesmophytes on kyphosis correction and maintenance following pedicle subtraction osteotomy for thoracolumbar kyphotic deformity in ankylosing spondylitis: a comparative cohort study. *BMC Musculoskelet Disord*. 2018;19(1):97. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12891-018-2013-y>
38. Mao SH, Feng ZX, Qian BP, Qiu Y. Radiological morphology variances of osteotomized vertebra-disc complex following pedicle subtraction osteotomy for ankylosing spondylitis with thoracolumbar kyphosis: the incidence, mechanisms, and prognosis. *Spine J*. 2018;18(8):1363-73. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.spinee.2017.12.005>
39. Mejia Munne JC, Robinson MW, Magner ME, Tabbosha M. Super pedicle osteotomy for correction of focal thoracolumbar kyphosis. *World Neurosurg*. 2021;145:e108-e15. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2020.09.146>
40. Ushirozako H, Hasegawa T, Yamato Y, Yoshida G, Yasuda T, Banno T, *et al*. L5 pedicle subtraction osteotomy maintains good radiological and clinical outcomes in elderly

patients with a rigid kyphosis deformity: a more than 2-year follow-up report. *Eur Spine J.* 2020;29(12):3018-27. PMID: 33025191

41. Qian BP, Mao SH, Jiang J, Wang B, Qiu Y. Mechanisms, predisposing factors and prognosis of intraoperative vertebral subluxation during pedicle subtraction osteotomy in surgical correction of thoracolumbar kyphosis secondary to ankylosing spondylitis. *Spine (Phila Pa 1976).* 2017;42(16):E983-90. DOI:

<https://doi.org/10.1097/BRS.0000000000002015>

42. Charles YP, Ntilikina Y, Collinet A, Steib JP. Combined percutaneous and open instrumentation for thoracolumbar kyphosis correction by two-level pedicle subtraction osteotomy in ankylosing spondylitis. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2020;30(5):939-47. DOI:

<https://doi.org/10.1007/s00590-020-02631-4>

43. Kim SK, Chung JY, Park YJ, Choi SW, Seo HY. Modified pedicle subtraction osteotomy for osteoporotic vertebral compression fractures. *Orthop Surg.* 2020;12(2):388-95. DOI: <https://doi.org/10.1111/os.12589>

44. Tarawneh AM, Venkatesan M, Pasku D, Singh J, Quraishi NA. Impact of pedicle subtraction osteotomy on health-related quality of life (HRQOL) measures in patients undergoing surgery for adult spinal deformity: a systematic review and meta-analysis. *Eur Spine J.* 2020;29(12):2953-9. PMID: 32382878

45. Pizones J, Moreno Manzanaro L, Perez Grueso FJS, Vila Casademunt A, Yilgor C, Boissiere L, *et al.* Effect of lumbar pedicle subtraction osteotomy level on lordosis distribution and shape. *Eur Spine J.* 2020;29(6):1388-96. DOI:

<https://doi.org/10.1007/s00586-020-06421-8>

46. Alzakri A, Boissière L, Cawley DT, Bourghli A, Pointillart V, Gille O, *et al.* L5 pedicle subtraction osteotomy: indication, surgical technique and specificities. *Eur Spine J.* 2018;27(3):644-51. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00586-017-5403-1>

47. Bronson WH, Dai A, Protopsaltis T. S1 Pedicle Subtraction Osteotomy for Fixed Sagittal Imbalance and Lumbosacral Kyphosis. *Clin Spine Surg.* 2019;32(6):233-6. PMID: 30520768.

48. Shah KN, Walker G, Koruprolu SC, Daniels AH. Biomechanical comparison between titanium and cobalt chromium rods used in a pedicle subtraction osteotomy model. *Orthop Rev (Pavia).* 2018;10(1):7541. DOI: <https://doi.org/10.4081/or.2018.7541>

49. Zhao SZ, Qian BP, Qiu Y, Qiao M, Liu ZJ, Huang JC. The relationship between global spinal alignment and pelvic orientation from standing to sitting following pedicle subtraction osteotomy in ankylosing spondylitis patients with thoracolumbar kyphosis. Arch Orthop Trauma Surg. 2019;139(6):761-8. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00402-018-03107-1>
50. Organización Mundial de la Salud. Informe Mundial sobre la discapacidad. WHO. 2007 [acceso: 21/03/2021]:388. Disponible en: https://www.who.int/iris/bitstream/10665/75356/1/9789240688230_spa.pdf
51. Ahmad M, Muralidharan V, Dritan P, Jagdeep S, Nasir A. Impact of pedicle subtraction osteotomy on health-related quality of life (HRQOL) measures in patients undergoing surgery for adult spinal deformity: a systematic review and meta-analysis. European Spine J. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00586-020-06439-y>

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses en relación con la investigación presentada.

Contribución de los autores

Conceptualización: Rodrigo de J. Rajadel Alzuri.

Curación de datos: Rodrigo de J. Rajadel Alzuri.

Análisis formal: Rodrigo de J. Rajadel Alzuri, Raúl R. Candebat Rubio, Orestes Mauri Pérez.

Investigación: Rodrigo de J. Rajadel Alzuri, Raúl R. Candebat Rubio, Orestes Mauri Pérez.

Metodología: Rodrigo de J. Rajadel Alzuri, Raúl R. Candebat Rubio, Orestes Mauri Pérez.

Administración del proyecto: Rodrigo de J. Rajadel Alzuri.

Supervisión: Rodrigo de J. Rajadel Alzuri.

Visualización: Rodrigo de J. Rajadel Alzuri, Raúl R. Candebat Rubio, Orestes Mauri Pérez.

Redacción del borrador original: Rodrigo de J. Rajadel Alzuri.

Redacción, revisión y edición: Rodrigo de J. Rajadel Alzuri, Raúl R. Candebat Rubio, Orestes Mauri Pérez.