

Índice de fragilidad modificado como predictor de complicaciones posoperatorias en cirugías de infecciones vertebrales piógenas

Guillermo A. Ricciardi,* Santiago Formaggin,** Ignacio Garfinkel,** Gabriel Carrioli,** Daniel Ricciardi**

*Servicio de Ortopedia y Traumatología, Hospital General de Agudos "Dr. Teodoro Álvarez", Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina

**Equipo de Columna, Sanatorio Güemes, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina

RESUMEN

Introducción: La infección vertebral piógena es una enfermedad potencialmente mortal e invalidante, y tiene indicaciones quirúrgicas precisas. El abordaje quirúrgico exige una adecuada relación riesgo-beneficio. Nuestro objetivo fue evaluar el índice de fragilidad modificado como predictor de complicaciones posoperatorias tempranas en pacientes sometidos a una cirugía por espondilodiscitis piógena. **Materiales y Métodos:** Estudio observacional, analítico y retrospectivo de pacientes operados por espondilodiscitis piógena entre 2022 y 2025. Se analizó la asociación entre el índice de fragilidad modificado y la ocurrencia de complicaciones posoperatorias clasificadas según Clavien-Dindo, junto con variables clínicas, microbiológicas y quirúrgicas. **Resultados:** El 54,5% de los pacientes sufrió complicaciones graves y la tasa de mortalidad fue del 13,6%. El análisis bivariado mostró una asociación significativa entre complicaciones graves y sexo masculino, diabetes, localización cervical, déficit neurológico e hipoalbuminemia. Aunque el índice de fragilidad modificado $\geq 0,27$ no alcanzó significación como variable categórica ($p = 0,082$), su análisis como variable continua reveló un valor significativamente mayor en el grupo con complicaciones graves ($p = 0,006$). **Conclusión:** La fragilidad preoperatoria, evaluada mediante el índice de fragilidad modificado como variable continua, se asoció significativamente con complicaciones graves posoperatorias.

Palabras clave: Espondilodiscitis piógenas; infecciones vertebrales; fragilidad; índice de fragilidad modificado.

Nivel de Evidencia: III

Modified Frailty Index as a Predictor of Postoperative Complications in Surgery for Pyogenic Spinal Infections

ABSTRACT

Introduction: Pyogenic vertebral infection is a potentially deadly and disabling condition with specific surgical indications. Surgical management of this pathology requires a precise risk-benefit assessment. Our objective was to evaluate the modified frailty index (mFI-11) as a predictor of early postoperative complications in patients undergoing surgery for pyogenic spondylodiscitis. **Materials and Methods:** We conducted an observational, analytical, and retrospective study of patients who underwent surgery for pyogenic spondylodiscitis between 2022 and 2025. The association between mFI-11 and the incidence of postoperative complications (classified by Clavien-Dindo), as well as clinical, microbiological, and surgical variables, was analyzed. **Results:** Serious complications were recorded in 54.5% of patients, with a mortality rate of 13.6%. Bivariate analysis showed significant associations between serious complications and male sex, diabetes, cervical location, neurological deficit, and hypoalbuminemia. Although mFI-11 ≥ 0.27 did not reach statistical significance as a categorical variable ($p=0.082$), its analysis as a continuous variable revealed a significantly higher value in the group with serious complications ($p=0.006$). **Conclusion:** Preoperative frailty, assessed by the mFI-11 as a continuous variable, was significantly associated with severe postoperative complications.

Keywords: Pyogenic spondylodiscitis; spinal infections; frailty; modified frailty index.

Level of Evidence: III

Recibido el 9-10-2025. Aceptado luego de la evaluación el 10-3-2026 • Dr. GUILLERMO A. RICCIARDI • guillermoricciardi@gmail.com  <https://orcid.org/0000-0002-6959-9301>

Cómo citar este artículo: Ricciardi GA, Formaggin S, Garfinkel I, Carrioli G, Ricciardi D. Índice de fragilidad modificado como predictor de complicaciones posoperatorias en cirugías de infecciones vertebrales piógenas. *Rev Asoc Argent Ortop Traumatol* 2026;91(2):138-150. <https://doi.org/10.15417/issn.1852-7434.2026.91.2.2232>

INTRODUCCIÓN

Las infecciones vertebrales piógenas comprenden un conjunto de cuadros clínicos que pueden comprometer el raquis, inclusive el disco intervertebral, el cuerpo vertebral, el espacio epidural, los músculos paravertebrales, el psoas y las facetas articulares.¹ El término espondilodiscitis se utiliza para describir infecciones que afectan tanto al disco como al cuerpo vertebral. Representa entre el 3 y el 5% de todas las osteomielitis y su incidencia varía entre 1:100.000 y 1:250.000 habitantes en países desarrollados.²

Se trata de una enfermedad potencialmente mortal que plantea el riesgo de compromiso neurológico y secuelas graves. En este contexto, el diagnóstico oportuno y el tratamiento antibiótico dirigido son las medidas fundamentales para lograr el éxito terapéutico. El tratamiento quirúrgico, por su parte, constituye una alternativa con indicaciones precisas que incluyen el compromiso neurológico, la inestabilidad hemodinámica secundaria a la sepsis, la deformidad local, la inestabilidad mecánica, el fracaso del tratamiento conservador y la presencia de un absceso epidural compresivo.³⁻⁵

Ante la necesidad de una cirugía vertebral, el contexto clínico puede influir en el momento y la estrategia quirúrgicas, dado que la espondilodiscitis es más frecuente en pacientes con enfermedades crónicas y factores de riesgo, como diabetes, cardiopatía, uso de drogas intravenosas, insuficiencia renal, diálisis crónica y cáncer.^{1,2,6-8} Así como también, los adultos mayores representan un grupo de particular vulnerabilidad.¹⁻³ Por ello, la indicación quirúrgica exige un análisis cuidadoso de la relación riesgo-beneficio, en busca de un tratamiento eficaz y, al mismo tiempo, seguro para el paciente.

La fragilidad es un síndrome caracterizado por la disminución de la reserva fisiológica relacionada con la edad y la reducción de la resiliencia frente a estresores, lo que conlleva desenlaces adversos en la salud.⁹ En la actualidad, la fragilidad ha cobrado relevancia como predictor de complicaciones en la cirugía de columna, especialmente en procedimientos por deformidad vertebral del adulto y en casos de metástasis vertebrales con indicación quirúrgica.⁹⁻¹²

A pesar de su importancia, aún persisten las controversias en cuanto a su definición clínica y, en particular, sobre cómo estimarla. El índice modificado de fragilidad (*modified Frailty Index*, mFI) descrito por Velanovich y cols. es una de las herramientas más empleadas,¹⁰ y un buen factor predictivo de complicaciones en la cirugía por tumores vertebrales.^{11,12} Sin embargo, existen escasos reportes específicos en el contexto de infecciones vertebrales piógenas.¹³ Vettivel y cols. publicaron una serie de 76 casos de espondilodiscitis piógena, con 30 pacientes operados, en la cual, aunque el mFI se correlacionó con la mortalidad a 30 días en el análisis bivariado, no fue un predictor significativo en el análisis multivariado.¹³

El objetivo de este estudio fue evaluar el mFI como predictor de complicaciones posoperatorias tempranas en pacientes operados por infecciones vertebrales piógenas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio observacional, analítico y retrospectivo de una cohorte de pacientes con diagnóstico de espondilodiscitis piógena operados entre el 1 de abril de 2022 y el 1 de abril de 2025, por un único equipo quirúrgico y en un centro de atención terciaria de alta complejidad de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Se obtuvo una muestra, no probabilística, intencional, de todos los pacientes sometidos a cirugía por espondilodiscitis piógena. Se incluyó a pacientes >18 años con diagnóstico de espondilodiscitis piógena según los criterios propuestos por las guías clínicas de la *Infectious Diseases Society of America* (IDSA, 2015), que recomiendan integrar hallazgos clínicos, radiológicos y microbiológicos.¹⁴ Se confirmó el diagnóstico cuando el paciente tenía dolor axial acompañado de hallazgos compatibles en las imágenes por resonancia magnética y, al menos, un cultivo positivo (hemocultivo, aspirado percutáneo o muestra intraoperatoria), o bien una evolución clínica favorable bajo un tratamiento antibiótico empírico, sin otro foco infeccioso identificado. Como criterio imagenológico, se consideraron característicos la hiperintensidad del disco en secuencia T2 y el realce tras la administración de gadolinio en cuerpos vertebrales adyacentes y el disco intervertebral.^{1-3,14}

Además, se contempló como criterio de inclusión el tratamiento quirúrgico de la infección vertebral con intención terapéutica (descompresión, estabilización o ambos) y el seguimiento clínico posoperatorio mínimo de 30 días.

La indicación de cirugía fue establecida con criterio clínico-asistencial por el equipo quirúrgico de nuestra institución, en concordancia con indicaciones formalmente documentadas en la bibliografía. Se indicó cirugía ante la presencia de compromiso neurológico, progresión clínica o radiológica de la enfermedad, o recurrencia a pesar de una terapia antimicrobiana adecuada. Asimismo, se consideró si había inestabilidad mecánica real o potencial, definida por hallazgos radiológicos, como colapso vertebral >50%, traslación evidente o cifosis segmentaria >25°.¹⁵

Se excluyó a los pacientes con absceso primario de psoas o paravertebral sin compromiso del raquis, aquellos sometidos a procedimientos con intención exclusivamente diagnóstica (biopsia abierta) o con discitis posdiscectomía/infección del sitio quirúrgico.

Se extrajo información de las historias clínicas sobre las siguientes variables de estudio: la variable dependiente principal fue la presencia de complicaciones posoperatorias, definidas como eventos adversos clasificados según la escala de Clavien-Dindo en grado \geq II dentro de los 90 días posteriores a la cirugía. Las transfusiones sanguíneas aisladas (grado II) no fueron consideradas complicaciones en este análisis. Los pacientes con múltiples eventos fueron clasificados según la complicación documentada de mayor grado. En la [Tabla 1](#), se describe la clasificación de Clavien-Dindo validada para complicaciones en la cirugía de columna.¹⁶ Asimismo, se evaluaron las siguientes medidas de resultado: días de internación, leucocitos y reactantes de fase aguda en el momento del alta, consolidación o fusión del segmento involucrado en el último control disponible (según la radiografía o tomografía computarizada) y evolución del estado neurológico.

Tabla 1. Clasificación de las complicaciones según Clavien-Dindo

Grado	Definición
I	Cualquier desviación del curso posoperatorio normal sin necesidad de tratamiento farmacológico, quirúrgico, endoscópico o radiológico. Se permiten analgésicos, antipiréticos, antieméticos, diuréticos, electrolitos y fisioterapia
II	Requiere tratamiento farmacológico con fármacos distintos de los permitidos en el grado I. Incluye transfusiones y nutrición parenteral
IIIa	Requiere intervención quirúrgica, endoscópica o radiológica sin anestesia general
IIIb	Requiere intervención con anestesia general
IVa	Complicación potencialmente letal que requiere manejo en la Unidad de Cuidados Intensivos y soporte de un solo órgano
IVb	Complicación potencialmente letal con disfunción multiorgánica
V	Muerte

Como variable independiente primaria se documentó el mFI-11 que incluye 11 variables descritas en la [Tabla 2](#).⁹ Se consideró como punto de corte un valor \geq 0,27, según los resultados de estudios previos sobre riesgo de complicaciones en la cirugía espinal.¹⁰

Se registraron otras variables con potencial valor predictivo para complicaciones posoperatorias: 1) clínico-demográficas: edad (años), sexo (masculino/femenino), estado nutricional (valor de albúmina sérica), inmunocompromiso (inmunosupresión farmacológica, enfermedad neoplásica activa, infección por el virus de la inmunodeficiencia humana), índice de comorbilidades de Charlson (cuantifica la carga de comorbilidades de un paciente), puntaje de la ASA (*American Society of Anesthesiologists*);^{17,18} 2) microbiológicas: tipo de germen aislado, presencia de gérmenes multiresistentes (resistencia a 3 o más grupos de antibióticos), tratamiento empírico instaurado y duración del esquema antibiótico; 3) características de la infección vertebral: número de focos comprometidos (único vs. múltiples), presencia de absceso epidural o paravertebral en los estudios por imágenes, nivel anatómico comprometido (cervical, torácico, lumbar), presencia y tipo de déficit neurológico según la clasificación de la *American Spinal Injury Association* (completo/incompleto), tiempo de evolución del déficit, en horas; presencia de inestabilidad mecánica (colapso vertebral $>$ 50%, cifosis $>$ 25°, traslación evidente), recurrencia o progresión clínica/radiológica bajo tratamiento antibiótico, tipos de la clasificación de Pola;¹⁵ 4) quirúrgicas: tipo de cirugía realizada (descompresión aislada, o instrumentada), abordaje quirúrgico (anterior, posterior o combinado), número de vértebras instrumentadas, duración de la cirugía (minutos), uso de implantes con revestimiento (nanoplate); 5) de laboratorio preoperatorio: hemoglobina, albúmina, leucocitos totales ($\times 10^3/\text{mm}^3$), plaquetas, coagulopatía (definida como Relación Internacional Normalizada $>$ 1,5 o tiempo de tromboplastina parcial activada prolongado), proteína C reactiva, velocidad de sedimentación globular; 6) soporte vital preoperatorio: requerimiento de ventilación mecánica o drogas vasoactivas (inotrópicos) en las 24 h anteriores a la cirugía.

Tabla 2. Variables del índice de fragilidad modificado-11 (mFI-11)

Variable
Estado funcional no independiente
Antecedentes de diabetes mellitus
Antecedentes de enfermedad pulmonar obstructiva crónica
Antecedentes de insuficiencia cardíaca congestiva
Antecedentes de infarto agudo de miocardio
Antecedentes de intervención coronaria percutánea, cirugía de <i>bypass</i> coronario o angina estable
Hipertensión arterial que requiere tratamiento farmacológico
Antecedentes de accidente cerebrovascular o evento isquémico transitorio
Historia de deterioro cognitivo o demencia
Enfermedad vascular periférica o claudicación intermitente
Historia de enfermedad cerebrovascular con secuelas persistentes

El mFI-11 se calcula asignando un punto por cada comorbilidad presente. El puntaje total se divide por 11 para obtener un valor entre 0 y 1. Por ejemplo, si un paciente presenta 3 de las 11 condiciones listadas, su mFI-11 será 0,27.

Análisis estadístico

Las variables categóricas se expresan como frecuencias absolutas y relativas (n y %) y se compararon mediante la prueba χ^2 o la prueba exacta de Fisher, según correspondiera. Las variables cuantitativas se analizaron en función de su distribución, evaluada mediante la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk. Aquellas con distribución normal se expresaron como media y desviación estándar (DE), y se compararon mediante la prueba de la t de Student para muestras independientes. Las variables con distribución no normal se expresan como mediana y rango intercuartílico (RIC) y se compararon mediante la prueba de la U de Mann-Whitney. Se consideró estadísticamente significativo un valor $p < 0,05$. El análisis se llevó a cabo con el programa IBM SPSS Statistics (versión 25).

RESULTADOS

Se documentaron 22 pacientes operados por espondilodiscitis piógena, la edad promedio era de 62,36 años (DE $\pm 10,918$; rango 32-81), 13 (59,1%) eran hombres y 9 (40,9%), mujeres. Todos tenían, al menos, una comorbilidad, la mediana del índice de Charlson era 4 puntos (RIC 2,75-5,25). La mayoría era ASA III o IV (n = 20; 90,9%). Predominaban los pacientes con diabetes (n = 15; 68,2%) (Tabla 3).

Tabla 3. Variables clínicas y parámetros de laboratorio

	Media	Desviación estándar	Mediana	Percentil 25	Percentil 75
Temperatura axilar (°C)	36,5	0,7	36,3	36,0	37,1
Hemoglobina (g/dl)	10,9	1,8	10,8	10,4	11,3
Albúmina (g/dl)	2,93	0,56	2,90	2,50	3,30
Leucocitos ($\times 10^3/\text{mm}^3$)	19190	36883	11375	8470	13820
Urea	49,8	32,9	38,0	23,6	71,0
Creatinina	,94	0,47	0,88	0,60	1,12
PCR (mg/l)	321,3	537,7	115,8	36,3	160,0
VSG (mm/h)	73	31	81	55	97

PCR = proteína C reactiva; VSG = velocidad de sedimentación globular.

El germen más frecuente fue *Staphylococcus aureus* (n = 11; 50%), seguido de *Pseudomonas aeruginosa* (n = 4; 18,1%) y *Escherichia coli* (n = 2; 9%); un solo paciente sufría una infección por gérmenes múltiples (*P. aeruginosa* + *K. pneumoniae*) (Figura 1).

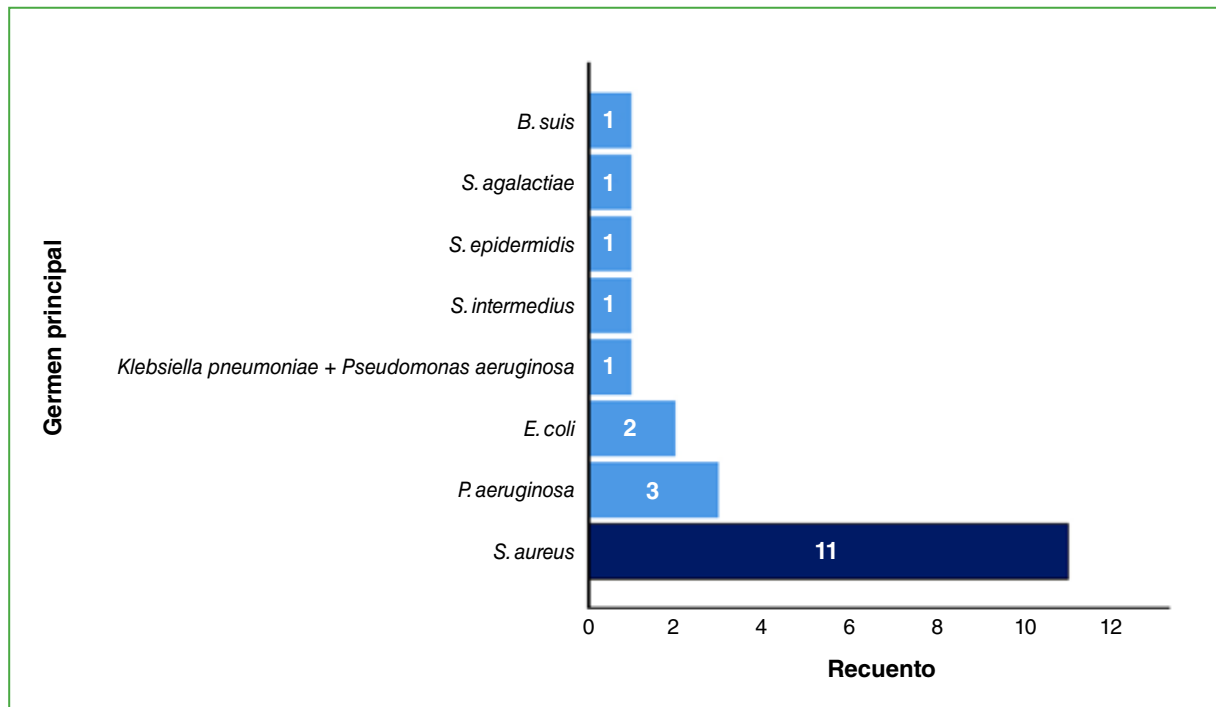


Figura 1. Gráfico de barras. Distribución de la etiología.

Cuatro (18,2%) pacientes tenían cepas multirresistentes. Se indicó predominantemente un tratamiento antibiótico empírico (n = 19; 86,4%), con posterior rotación del esquema según la etiología. La mediana del tiempo de tratamiento antibiótico fue de 8 semanas (RIC 8-12). En un solo paciente, no se aisló el germen. En cuatro (18,2%), se aisló en la muestra por punción guiada por tomografía computarizada. Solo nueve (40,9%) habían sido sometidos a una punción previa guiada por tomografía computarizada, con un rendimiento del 44,4%. Los cultivos quirúrgicos fueron positivos en 10 casos (45,5%); los hemocultivos, en 12 (54,5%) casos y, en dos (9,1%) pacientes, se aisló el germen de muestras obtenidas durante el desbridamiento del procedimiento original.

Predominaron las espondilodiscitis torácicas (n = 11; 50%), seguidas de las lumbares (n = 7; 31,8%) y las cervicales (n = 4; 18,2%). La infección comprometía predominantemente un único segmento vertebral (n = 17; 77,3%). Se observó una asociación con un absceso epidural secundario en 19 pacientes (86,4%), un absceso paravertebral en 14 (63,6%) y del psoas en cuatro (18,2%). Más de la mitad sufría un déficit neurológico (n = 15; 68,1%), seis (27,3%) eran completos y nueve (40,9%), incompletos. En la mayoría de los casos (85,7%), el tiempo de evolución era >72 h al operarse (mediana 13,5 días; RIC 7-33,25). En 15 pacientes (68,2%), se identificaron criterios de inestabilidad mecánica y, en 4 casos (18,2%), se indicó la cirugía tras el fracaso del tratamiento conservador con antibióticos. Según la clasificación de Pola, el tipo más frecuente fue el C (n = 18; 81,8%). En la Figura 2, se muestra la distribución de los casos según la clasificación de Pola.

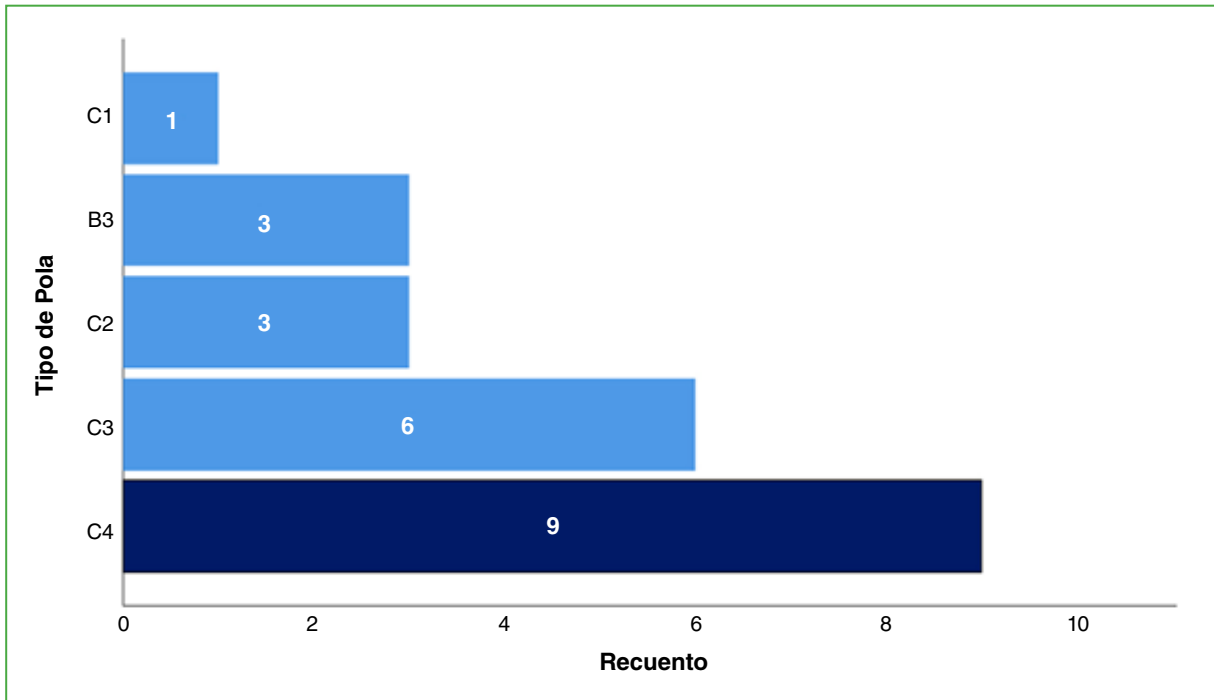


Figura 2. Gráfico de barras. Distribución de los pacientes según la clasificación de Pola.

Al ingresar, solo un paciente tenía una temperatura axilar $>38^{\circ}\text{C}$ (mediana $36,2^{\circ}\text{C}$; RIC $36,0-37,1$). La mayoría tenía anemia ($n = 17$; $77,3\%$) y 10 ($45,5\%$), alteración de la función renal. Asimismo, 13 ($59,1\%$) tenían valores de albúmina compatibles con desnutrición. Menos de la mitad tenía leucocitosis inicial ($n = 10$; $45,5\%$). Por el contrario, en todos, los reactantes de fase aguda estaban altos. Ninguno requirió drogas vasoactivas ni asistencia respiratoria mecánica antes de la cirugía. Las variables clínicas y de laboratorio se detallan en la [Tabla 3](#).

Diecinueve de 22 pacientes operados ($86,4\%$) fueron sometidos a una descompresión asociada a una artrodesis y tres ($13,6\%$), a una descompresión aislada con drenaje y desbridamiento quirúrgico. En la mayoría, se usó un abordaje único convencional posterior ($n = 17$; $77,3\%$). En cuatro casos ($18,2\%$) con compromiso cervical, se optó por un abordaje anterior exclusivo con corpectomía, y un paciente ($4,5\%$) con afectación de la charnela lumbosacra fue tratado mediante un abordaje combinado. En cuatro de los 19 casos (21%) de artrodesis instrumentadas, se utilizó un implante con revestimiento en nanoplata. Las indicaciones quirúrgicas se detallan en la [Figura 3](#), se destaca que varios pacientes tenían más de un criterio que justificaba la intervención. La mediana del número de niveles instrumentados fue de 5 (RIC $3-7$). El tiempo promedio de duración de la cirugía fue de $152,14$ min ($\text{DE} \pm 56,5$).

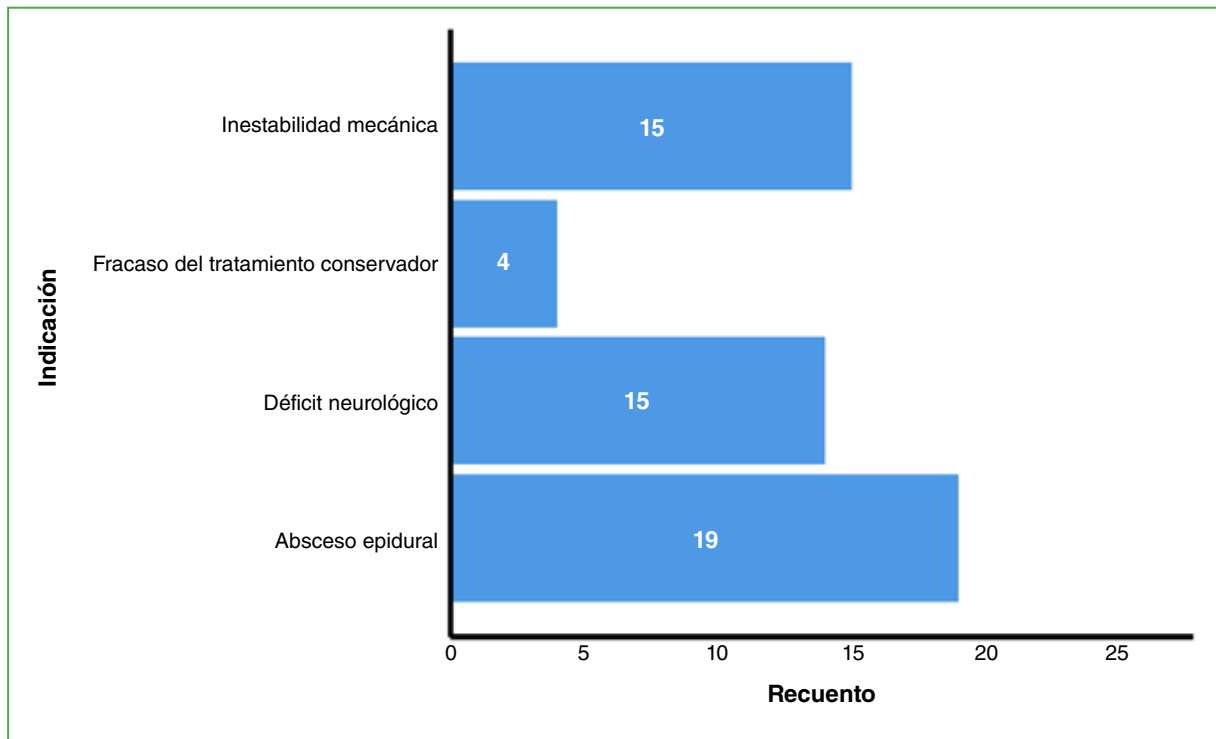


Figura 3. Gráfico de barras horizontales. Número de pacientes según la indicación quirúrgica.

Se registraron 40 complicaciones en 22 pacientes, distribuidas y clasificadas según su gravedad conforme a la escala de Clavien-Dindo (Tabla 4).

Durante el período posoperatorio, 12 pacientes (57,1%) sufrieron, al menos, una complicación de grado III o superior. Al incluir también las complicaciones leves (grado II o menor), 18 pacientes (81,8%) tuvieron algún tipo de evento adverso. Las complicaciones graves más frecuentes fueron: shock séptico ($n = 3$; 13,6%), infección persistente con necesidad de desbridamiento quirúrgico ($n = 3$; 13,6%) e insuficiencia cardíaca ($n = 3$; 13,6%). Le siguieron en frecuencia la neumonía ($n = 2$; 9,1%), las complicaciones asociadas al implante, con un caso de aflojamiento y otro de falla mecánica ($n = 2$; 9,1%), y la diarrea asociada a *Clostridium difficile* ($n = 2$; 9,1%).

Al comparar la presencia de complicaciones según el mFI-11, nueve pacientes tenían un estado de fragilidad elevado con un valor $>0,27$ (es decir, con 3 o más factores de fragilidad positivos). La mediana del mFI-11 fue de 0,18 (fragilidad moderada) con un RIC de entre 0,09 y 0,27. La presencia de complicaciones posoperatorias graves (Clavien-Dindo grado \geq III) tuvo una asociación estadísticamente significativa con el sexo masculino (83,3% vs. 30%; $p = 0,027$), la presencia de diabetes (58,3% vs. 40%; $p = 0,020$), el compromiso cervical (33,3% vs. 0%; $p = 0,016$), el déficit neurológico al ingresar (91,7% vs. 30%; $p = 0,005$) y los niveles de albúmina sérica $<3,2$ mg/dl (83,3% vs. 33,3%; $p = 0,029$). Asimismo, se identificó una tendencia no significativa hacia una mayor carga de comorbilidades (mediana de Charlson: 4,5 vs. 3; $p = 0,093$).

Tabla 4. Complicaciones*

Complicación	Total	Clavien-Dindo <III	Clavien-Dindo ≥III o mayor
SIHAD	4	4	0
Lesiones por decúbito	4	2	2
Infección persistente	3	0	3
Infección urinaria	3	0	2
Shock séptico	3	0	3
Insuficiencia renal aguda	3	2	1
Insuficiencia cardíaca	3	0	3
Complicaciones con el instrumental	2	0	2
Neumonía	2	0	2
Trombosis venosa profunda	2	2	0
Diarrea por <i>Clostridium</i>	2	0	2
Hepatotoxicidad	1	1	0
Bicitopenia	1	1	0
Hemorragia digestiva	1	0	1
COVID	1	1	0
Suboclusión intestinal	1	1	0
Deterioro cognitivo	1	1	0
Artritis séptica	1	0	1
Epistaxis	1	0	1
Espondilodiscitis	1	0	1
Total	40	11	14

SIHAD = síndrome de secreción inadecuada de la hormona antidiurética.

*40 complicaciones en 22 pacientes.

La fragilidad preoperatoria como variable categórica (mFI-11 $\geq 0,27$: 58,3% vs. 20%; $p = 0,082$) se asoció con complicaciones graves, sin significancia estadística. Sin embargo, al analizar la distribución del mFI-11 como variable numérica no paramétrica con la prueba de la U de Mann-Whitney, se observó una mediana significativamente mayor de este índice en el grupo de complicaciones graves [0,27 (RIC 0,18-0,33) vs. 0,09 (RIC 0,00-0,20); $p = 0,006$] (Figura 4).

No se hallaron diferencias significativas en cuanto a la edad, el tipo de cirugía, la presencia de abscesos, el aislamiento microbiológico o el recuento leucocitario preoperatorio. La mediana de días de internación fue de 55 (RIC 37-75), la de días en terapia intensiva de 3,5 (RIC 2-14) y la de seguimiento clínico 246,5 (RIC 102-726). No se observaron diferencias significativas en el tiempo de seguimiento según la presencia o ausencia de complicaciones graves (291 vs. 226,5 días; $p = 0,923$). Sin embargo, los pacientes que sufrieron complicaciones graves requirieron una mediana significativamente mayor de días en terapia intensiva (6 vs. 2 días; $p = 0,009$) y una mayor mediana de días de internación total, con significancia marginal (57,5 vs. 40 días; $p = 0,050$). Por otro lado, no hubo una asociación entre los tiempos de internación general y en terapia intensiva con el grado de fragilidad preoperatoria.

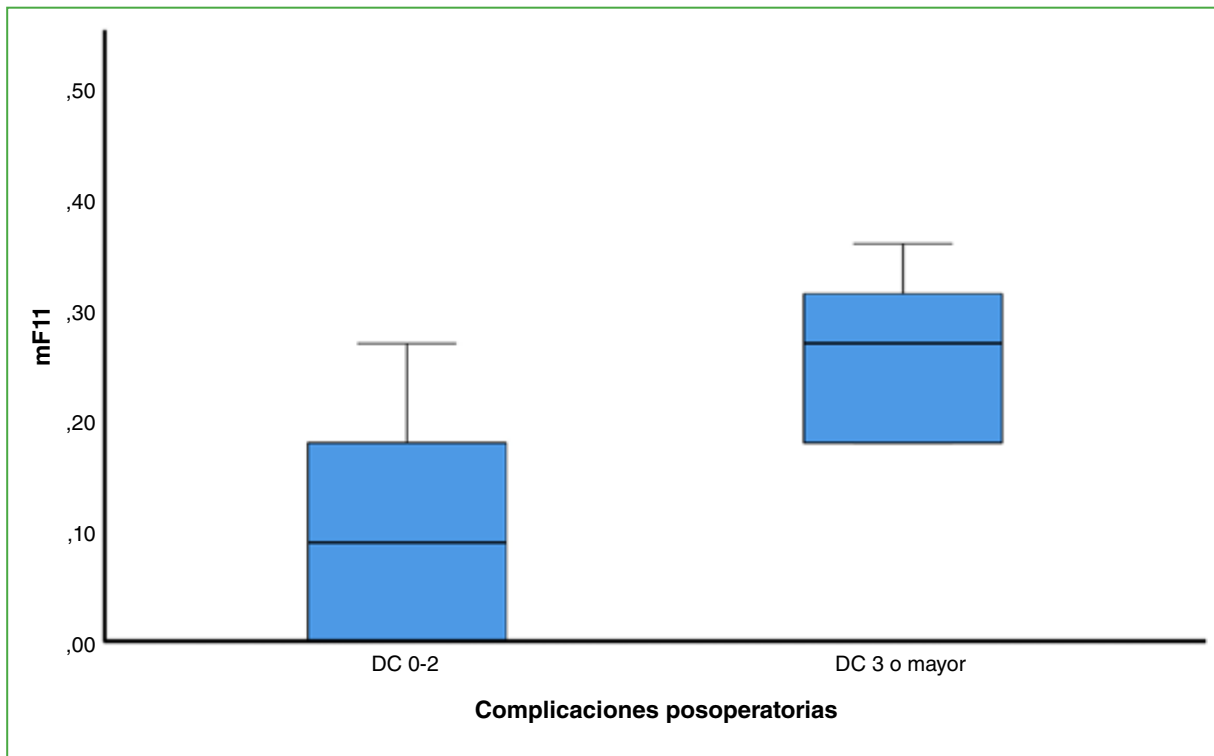


Figura 4. Diagrama de cajas. Distribución de la variable mFI-11 según la presencia de complicaciones.

La tasa de mortalidad fue del 13,6% ($n = 3$). De los pacientes restantes, se constató la fusión del segmento a los 90 días en el 52,6% de los casos (10 de 19 pacientes) (Figura 5). Durante la internación, los marcadores inflamatorios disminuyeron de manera significativa. La mediana del recuento leucocitario descendió de 10.640/mm³ (RIC 8037-13.332) al ingresar, a 6986/mm³ (RIC 5130-11.741) al recibir el alta ($p = 0,04$). De manera similar, la velocidad de sedimentación globular disminuyó de 78,5 mm/h (RIC 43,7-96,7) a 32,5 mm/h (RIC 21,7-53,7) ($p = 0,013$), y la proteína C reactiva bajó de una mediana de 89,9 mg/l (RIC 23,2-160) a 10,2 mg/l (RIC 4,1-56,7) ($p = 0,005$). Se documentó una recuperación neurológica en, al menos, un grado de la escala ordinal de la ASIA en 9 de 15 pacientes (60%) (Figura 6).



Figura 5. Tomografía computarizada de columna dorsal, corte sagital, a los 90 días de evolución de la espondilodiscitis torácica. Evidencia de fusión del segmento y estabilidad del raquis.

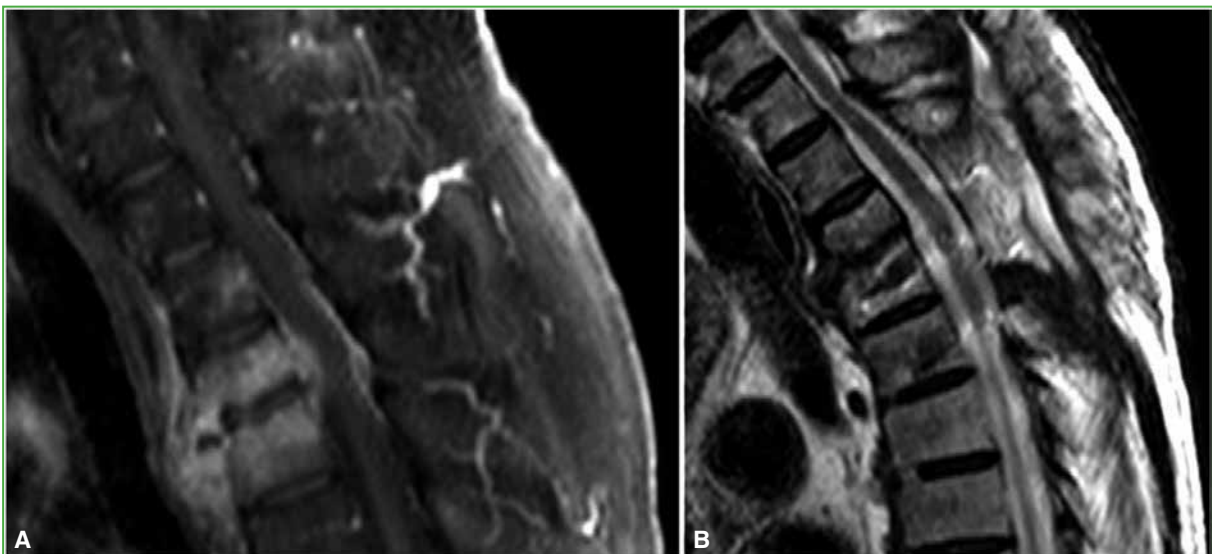


Figura 6. Resonancia magnética de columna torácica de un paciente con espondilodiscitis complicada con absceso epidural y compromiso medular, al ingresar (A) y al año de evolución (B). **A.** Secuencia T1 con contraste. Se observa el realce característico de espondilodiscitis, con compromiso del espacio discal, cuerpos vertebrales adyacentes, tejido paravertebral anterior y espacio epidural. **B.** Secuencia T2, al año de seguimiento. Resolución del absceso, médula libre de compresión y sin alteraciones de la señal. Estos hallazgos se correlacionan con la recuperación neurológica completa de un síndrome medular incompleto.

DISCUSIÓN

La espondilodiscitis piógena es una enfermedad grave y potencialmente devastadora que afecta predominantemente a poblaciones vulnerables, en las que se han identificado diversos factores de riesgo, como el uso de drogas intravenosas, la inmunosupresión y la fragilidad clínica. La tasa de mortalidad puede alcanzar hasta el 20% en algunas series publicadas.¹⁹ En nuestra cohorte, documentamos una serie de pacientes operados, y quienes tenían fragilidad severa representaron una proporción considerable, caracterizados por elevada carga de comorbilidades, alta tasa de complicaciones graves (54,5%) y mortalidad temprana (13,6%).

La morbimortalidad asociada a esta entidad se vincula, en parte, al compromiso neurológico secundario, a la invasión del espacio epidural, así como en los casos con daño estructural severo que conduce a inestabilidad mecánica.^{1,2,5} Nuestra muestra incluyó mayoritariamente pacientes con enfermedad avanzada: más de la mitad tenía déficit neurológico al ingresar (n = 15; 68,1%) y el 85,7% había sido operado luego de más de 72 h de evolución. Además, 15 pacientes (68,2%) cumplieron criterios de inestabilidad mecánica. La presencia de complicaciones graves se asoció, de forma significativa, con el daño neurológico preoperatorio (p = 0,005).

Si bien la indicación quirúrgica en la espondilodiscitis continúa siendo motivo de debate en ciertos aspectos, existe consenso en la bibliografía respecto de su rol fundamental en escenarios de inestabilidad, compresión neurológica o fracaso del tratamiento antibiótico. Esta realidad impone la necesidad de una evaluación del riesgo-beneficio criteriosa cuando se define la oportunidad quirúrgica. En este contexto, se han publicado estudios que intentan identificar factores predictivos de complicaciones posoperatorias.²⁰⁻²³ Asimismo, se han desarrollado distintos sistemas de puntajes para predecir complicaciones en este grupo de pacientes, aunque con capacidad predictiva limitada.²⁴ Bazán y cols. proponen, en el escenario de los abscesos epidurales, una clasificación morfológica que permite orientar su planificación terapéutica.²⁵

En una serie de 143 pacientes operados, Ukon y cols. identificaron los siguientes factores asociados a complicaciones graves: índice de comorbilidad de Charlson elevado, enfermedad pulmonar crónica, diabetes, bacterias gramnegativas, osteoartritis piógena, leucocitosis y trombocitopenia preoperatoria.^{20,21} Pola y cols., en una cohorte de 207 pacientes (47 operados), reportaron como factores pronósticos negativos el hemocultivo negativo, el déficit neurológico al diagnóstico y la endocarditis subyacente.²² Por su parte, Camino-Willhuber y cols. analizaron 627 pacientes operados por espondilodiscitis piógena utilizando la base nacional del *American College of Surgeons' National Surgical Quality Improvement Program* (ACS-NSQIP), una fuente multicéntrica validada para el estudio de resultados quirúrgicos.²³ Comunicaron una tasa de complicaciones del 14,6%; una de reingresos del 9,4% y una de reintervenciones del 6,2%. Las complicaciones más frecuentes fueron: infección de la herida, neumonía, shock séptico y muerte (1,8%). La hipoalbuminemia y la necesidad de diálisis se asociaron con una mayor morbimortalidad perioperatoria.

En línea con los hallazgos previos, en nuestra muestra, hubo asociaciones estadísticamente significativas entre las complicaciones graves y el sexo masculino (83,3% vs. 30%; p = 0,027), la presencia de diabetes (58,3% vs. 40%; p = 0,020), la localización cervical (33,3% vs. 0%; p = 0,016), el déficit neurológico preoperatorio (91,7% vs. 30%; p = 0,005) y la hipoalbuminemia (<3,2 mg/dl; 83,3% vs. 33,3%; p = 0,029). Asimismo, se identificó una tendencia no significativa hacia una mayor carga de comorbilidades en el grupo de complicaciones graves (mediana de Charlson: 4,5 vs. 3; p = 0,093).

Numerosos estudios han destacado la fragilidad preoperatoria como predictor de complicaciones y muerte en pacientes con enfermedad espinal, especialmente en contextos, como metástasis vertebrales, deformidades o enfermedades degenerativas. Sin embargo, su análisis ha sido limitado en las infecciones espinales.¹³ En nuestra serie, la fragilidad preoperatoria tuvo una asociación relevante con complicaciones graves. Aunque el análisis categórico del mFI-11 ($\geq 0,27$) evidenció solo una tendencia no significativa (58,3% vs. 20%; p = 0,082), al evaluarse como variable continua, los pacientes con complicaciones graves presentaron una mediana del mFI-11 considerablemente mayor, con una diferencia estadísticamente significativa. Este hallazgo sugiere que la fragilidad, evaluada cuantitativamente, podría constituir un marcador pronóstico útil para anticipar eventos adversos posoperatorios en esta población.

Nuestros hallazgos, en consonancia con la bibliografía disponible, sugieren que hay factores de riesgo específicos que podrían ayudar a identificar pacientes con un riesgo más alto de sufrir complicaciones graves. En futuros estudios, se deberá evaluar si el desarrollo de nuevas tecnologías, como los abordajes mínimamente invasivos o percutáneos, podría reducir el trauma quirúrgico y, en consecuencia, la tasa de complicaciones en este complejo escenario.²⁶⁻²⁸

Este estudio presenta limitaciones inherentes a su diseño retrospectivo y al tamaño muestral reducido. No obstante, aporta resultados significativos en el análisis de la fragilidad como factor de riesgo en el tratamiento quirúrgico de la espondilodiscitis piógena, un aspecto poco explorado hasta la fecha, en el campo de las infecciones espinales en adultos.

CONCLUSIONES

En pacientes con espondilodiscitis piógena sometidos a cirugía, la fragilidad preoperatoria se asoció significativamente con una mayor tasa de complicaciones graves, especialmente al analizarse como variable continua. Estos hallazgos refuerzan la necesidad de una evaluación integral del paciente que incluya escalas de fragilidad para optimizar la selección y el momento quirúrgico en este grupo vulnerable.

Conflicto de intereses: Los autores no declaran conflictos de intereses.

ORCID de S. Formaggini: <https://orcid.org/0000-0002-7103-2937>
ORCID de I. Garfinkel: <https://orcid.org/0000-0001-9557-0740>

ORCID de G. Carrioli: <https://orcid.org/0000-0003-4160-9712>
ORCID de D. Ricciardi: <https://orcid.org/0009-0002-1586-4904>

BIBLIOGRAFÍA

1. Boody BS, Tarazona DA, Vaccaro AR. Evaluation and management of pyogenic and tubercular spine infections. *Curr Rev Musculoskelet Med* 2018;11(4):643-52. <https://doi.org/10.1007/s12178-018-9523-y>
2. Duarte RM, Vaccaro AR. Spinal infection: state of the art and management algorithm. *Eur Spine J* 2013;22(12):2787-99. <https://doi.org/10.1007/s00586-013-2850-1>
3. Rutges JP, Kempen DH, van Dijk M, Oner FC. Outcome of conservative and surgical treatment of pyogenic spondylodiscitis: a systematic literature review. *Eur Spine J* 2016;25(4):983-99. <https://doi.org/10.1007/s00586-015-4318-y>
4. Taylor DG, Buchholz AL, Sure DR, Buell TJ, Nguyen JH, Chen CJ, et al. Presentation and outcomes after medical and surgical treatment versus medical treatment alone of spontaneous infectious spondylodiscitis: a systematic literature review and meta-analysis. *Global Spine J* 2018;8(4 Suppl):49S-58S. <https://doi.org/10.1177/2192568218799058>
5. Blecher R, Frieler S, Qutteineh B, Pierre CA, Yilmaz E, Ishak B, et al. Who needs surgical stabilization for pyogenic spondylodiscitis? Retrospective analysis of non-surgically treated patients. *Global Spine J* 2023;13(6):1550-7. <https://doi.org/10.1177/21925682211039498>
6. Babic M, Simpfendorfer CS. Infections of the spine. *Infect Dis Clin North Am* 2017;31(2):279-97. <https://doi.org/10.1016/j.idc.2017.01.003>
7. Guerado E, Cerván AM. Surgical treatment of spondylodiscitis: an update. *Int Orthop* 2012;36(2):413-20. <https://doi.org/10.1007/s00264-011-1441-1>
8. Moskven E, Charest-Morin R, Flexman AM, Street JT. The measurements of frailty and their possible application to spinal conditions: a systematic review. *Spine J* 2022;22(9):1451-71. <https://doi.org/10.1016/j.spinee.2022.03.010>
9. Velanovich V, Antoine H, Swartz A, Peters D, Rubinfeld I. Accumulating deficits model of frailty and postoperative mortality and morbidity: its application to a national database. *J Surg Res* 2013;183(1):104-10. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2013.01.021>
10. Kweh BTS, Lee HQ, Tan T, Tew KS, Leong R, Fitzgerald M, et al. Risk stratification of elderly patients undergoing spinal surgery using the modified frailty index. *Global Spine J* 2023;13(2):457-65. <https://doi.org/10.1177/21925682221094053>
11. Matsuo T, Kanda Y, Sakai Y, Yurube T, Takeoka Y, Miyazaki K, et al. Modified frailty index as a novel predictor for the incidence and severity of postoperative complications after spinal metastases surgery. *Bone Joint J* 2024;106-B(12):1469-76. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.106B12.BJJ-2024-0100.R1>

12. Xu ZY, Hao XY, Wu D, Song QY, Wang XX. Prognostic value of 11-factor modified frailty index in postoperative adverse outcomes of elderly gastric cancer patients in China. *World J Gastrointest Surg* 2023;15(6):1093-103. <https://doi.org/10.4240/wjgs.v15.i6.1093>
13. Vettivel J, Bortz C, Passias PG, Baker JF. Pyogenic vertebral column osteomyelitis in adults: analysis of risk factors for 30-day and 1-year mortality in a single-center cohort study. *Asian Spine J* 2019;13(4):608-14. <https://doi.org/10.31616/asj.2018.0295>
14. Berbari EF, Kanj SS, Kowalski TJ, Darouiche RO, Widmer AF, Schmitt SK, et al. 2015 Infectious Diseases Society of America clinical practice guidelines for the diagnosis and treatment of native vertebral osteomyelitis in adults. *Clin Infect Dis* 2015;61(6):e26-46. <https://doi.org/10.1093/cid/civ482>
15. Pola E, Autore G, Formica VM, Pambianco V, Colangelo D, Cauda R, et al. New classification for the treatment of pyogenic spondylodiscitis: validation study on a population of 250 patients with a 2-year follow-up. *Eur Spine J* 2017;26(Suppl 4):479-88. <https://doi.org/10.1007/s00586-017-5043-5>
16. Dindo D, Demartines N, Clavien PA. Classification of surgical complications: a new proposal with evaluation in a cohort of 6336 patients and results of a survey. *Ann Surg* 2004;240(2):205-13. <https://doi.org/10.1097/01.sla.0000133083.54934.ae>
17. Charlson ME, Pompei P, Ales KL, MacKenzie CR. A new method of classifying prognostic comorbidity in longitudinal studies: development and validation. *J Chronic Dis* 1987;40(5):373-83. [https://doi.org/10.1016/0021-9681\(87\)90171-8](https://doi.org/10.1016/0021-9681(87)90171-8)
18. Mayhew D, Mendonca V, Murthy BVS. A review of ASA physical status: historical perspectives and modern developments. *Anaesthesia* 2019;74(3):373-9. <https://doi.org/10.1111/anae.14569>
19. Rawall S, Hiatt LA, Rajaram SM, Theiss S. Management of pyogenic spondylodiscitis in adults. *J Am Acad Orthop Surg* 2025;33(22):1257-64. <https://doi.org/10.5435/JAAOS-D-24-01088>
20. Ukon Y, Takenaka S, Makino T, Kashii M, Iwasaki M, Sakai Y, et al. Preoperative risk factors affecting outcome in surgically treated pyogenic spondylodiscitis. *Global Spine J* 2023;13(8):2201-9. <https://doi.org/10.1177/21925682221077918>
21. Ukon Y, Takenaka S, Hirai H, Sugiura T, Sakai Y, Fujimori T, et al. Establishment of scoring to predict severe complication after pyogenic spondylodiscitis surgery. *Clin Spine Surg* 2025;38(8):353-9. <https://doi.org/10.1097/BSD.0000000000001756>
22. Pola E, Taccari F, Autore G, Giovannenze F, Pambianco V, Cauda R, et al. Multidisciplinary management of pyogenic spondylodiscitis: epidemiological and clinical features, prognostic factors and long-term outcomes in 207 patients. *Eur Spine J* 2018;27(Suppl 2):229-36. <https://doi.org/10.1007/s00586-018-5598-9>
23. Camino-Willhuber G, Franklin A, Rosecrance K, Oyadomari S, Chan J, Holc F, et al. Preoperative hypoalbuminemia and dialysis increase morbidity/mortality after spine surgery for primary pyogenic spinal infections (ACS-NSQIP study). *Surg Neurol Int.* 2022;13:193. https://doi.org/10.25259/SNI_330_2022
24. Gamada H, Funayama T, Ogata Y, Setojima Y, Nakagawa T, Sunami T, et al. Challenges and limitations of the existing scoring systems for postoperative outcomes in thoracolumbar pyogenic spondylitis: a multicenter retrospective cohort study. *Eur Spine J* 2025;34(10):4717-27. <https://doi.org/10.1007/s00586-025-08933-7>
25. Bazán PL, Godoy Adaro AO, Padini E, Casco EA, Maruñak M. Aspectos morfológicos del absceso epidural espinal piógeno. *Rev Asoc Argent Ortop Traumatol* 2023;88(2):148-55. <https://doi.org/10.15417/issn.1852-7434.2023.88.2.15131D>
26. Youn MS, Shin JK, Goh TS, Lee JS. Minimally invasive percutaneous endoscopic treatment for acute pyogenic spondylodiscitis following vertebroplasty. *Eur Spine J* 2018;27(Suppl 3):458-64. <https://doi.org/10.1007/s00586-018-5478-3>
27. Tong YJ, Liu JH, Fan SW, Zhao FD. One-stage debridement via oblique lateral interbody fusion corridor combined with posterior pedicle screw fixation in treating spontaneous lumbar infectious spondylodiscitis: a case series. *Orthop Surg* 2019;11(6):1109-19. <https://doi.org/10.1111/os.12562>
28. Madhavan K, Vanni S, Williams SK. Direct lateral retroperitoneal approach for the surgical treatment of lumbar discitis and osteomyelitis. *Neurosurg Focus* 2014;37(2):E5. <https://doi.org/10.3171/2014.6.FOCUS14150>