

Artículo original

doi: 10.35366/114661

Factores pronósticos asociados al fracaso de la artroplastía modular de rodilla en pacientes oncológicos

*Prognostic factors associated with failure of modular knee arthroplasty in oncologic patients*Velázquez-Rodríguez S,* Clara-Altamirano MA,[‡] García-Ortega DY,[‡] Lizcano-Suárez AR,[§] Martínez-Said H,[‡] Villavicencio-Valencia V,[‡] Cuellar-Hubbe M[¶]

Instituto Nacional de Cancerología de México.

RESUMEN. Introducción: la reconstrucción de grandes defectos óseos mediante artroplastía modular de rodilla (AMR) representa un desafío significativo en términos de funcionalidad. El objetivo del presente trabajo fue identificar los diferentes factores pronósticos asociados al fracaso de la AMR en pacientes oncológicos. **Material y métodos:** se realizó un estudio de cohorte retrospectiva, incluyendo pacientes con diagnóstico de tumor musculoesquelético en el fémur distal o la tibia proximal, que fueron sometidos a AMR entre el 1 de Enero de 2010 y el 31 de Diciembre de 2021. **Resultados:** se incluyeron 49 pacientes, de los cuales 25 (51.02%) eran mujeres y 24 (48.98%) hombres, con una edad media de 29.57 años. De éstos, 14 (28.57%) pacientes experimentaron algún tipo de fracaso de la AMR. La complicación más frecuente que condicionó el fracaso fue la infección periprotésica, observada en siete (14.29%) pacientes. Las variables asociadas con el fracaso de las AMR incluyeron biopsias realizadas fuera de nuestro hospital (HR 3.2, IC95% 1.4-6.4, $p = 0.02$), longitud del eje mayor del tumor (HR 2.1, IC95% 1.2-4.6, $p = 0.01$) y tiempo quirúrgico prolongado (HR 3.37, IC95% 1.1-8.6, $p = 0.04$). **Conclusión:** los factores pronósticos asociados al fracaso de las AMR en nuestra cohorte fueron el tamaño del tumor, un tiempo quirúrgico prolongado y la realización de la biopsia

ABSTRACT. Introduction: reconstruction of large bone defects using modular knee arthroplasty (MKA) presents a significant challenge in terms of functionality. The objective of the present work was to identify the different prognostic factors associated with failure of MKA in cancer patients. **Material and methods:** a retrospective cohort study was conducted, including patients with a diagnosis of musculoskeletal tumor in the distal femur or proximal tibia, who underwent MKA between January 1, 2010, and December 31, 2021. **Results:** 49 patients were included, of which 25 (51.02%) were women and 24 (48.98%) men, with a mean age of 29.57 years. Of these, 14 (28.57%) patients experienced some type of MKA failure. The most frequent complication that led to failure was periprosthetic infection, observed in seven (14.29%) patients. Variables associated with MKA failure included biopsies performed outside our hospital (HR 3.2, 95% CI 1.4-6.4, $p = 0.02$), the length of the long axis of the tumor (HR 2.1, 95% CI 1.2-4.6, $p = 0.01$) and a prolonged surgical time (HR 3.37, 95% CI 1.1-8.6, $p = 0.04$). **Conclusion:** the most significant prognostic factors associated with MKA failure in our cohort were tumor size, prolonged surgical time, and performance of the diagnostic biopsy in a center not specialized in the management of this type of patient. These findings highlight the importance of

Nivel de evidencia: II

* Ortopedista oncóloga, ortopedista pediatra. Egresada del Instituto Nacional de Cancerología de México. Ciudad de México.

[‡] Ortopedista oncólogo. Médico adscrito al Departamento de Piel, Partes Blandas y Tumores Óseos del Instituto Nacional de Cancerología de México. Ciudad de México.[§] Ortopedista oncólogo. Médico adscrito al Instituto de Cáncer del Hospital Internacional de Colombia. Santander, Colombia.[¶] Jefe del Departamento de Piel, Partes Blandas y Tumores Óseos del Instituto Nacional de Cancerología de México. Ciudad de México.

Correspondencia:

Stephanie Velázquez- Rodríguez

E-mail: mdstephanie.velazquez@gmail.com

Recibido: 25-10-2023. Aceptado: 10-12-2023.

Citar como: Velázquez-Rodríguez S, Clara-Altamirano MA, García-Ortega DY, Lizcano-Suárez AR, Martínez-Said H, Villavicencio-Valencia V et al. Factores pronósticos asociados al fracaso de la artroplastía modular de rodilla en pacientes oncológicos. Acta Ortop Mex. 2024; 38(1): 15-21. <https://dx.doi.org/10.35366/114661>



diagnóstica en un centro no especializado en el manejo de este tipo de pacientes. Estos hallazgos resaltan la importancia de considerar estas variables en pacientes sometidos a AMR.

Palabras clave: artroplastía modular de rodilla, factores pronósticos, fracaso protésico.

considering these variables to improve outcomes in patients undergoing MKA.

Keywords: modular knee arthroplasty, prognostic factors, prosthetic failure.

Introducción

La cirugía de salvamento de extremidades se ha convertido en una práctica estándar para la mayoría de los pacientes con neoplasias musculoesqueléticas.^{1,2,3,4} Debido a las mejoras en las técnicas quirúrgicas y al aumento en la tasa de supervivencia global de los pacientes, esta opción puede ofrecerse en hasta 85% de los casos.^{1,2,3}

En la reconstrucción de grandes defectos óseos mediante una artroplastía modular de rodilla (AMR), su funcionalidad representa un desafío. Éste se ve incrementado por la necesidad de respetar los márgenes quirúrgicos, preservar las estructuras neurovasculares y mantener un nivel de función superior al de la amputación.^{5,6} Además, es crucial conservar el mecanismo extensor, asegurar una adecuada cobertura y manejar correctamente los tejidos blandos.^{1,7,8}

La elección apropiada del procedimiento quirúrgico es fundamental, especialmente considerando que la mayoría de los pacientes afectados por estas enfermedades son jóvenes. Esto implica una mayor demanda funcional de los implantes debido al nivel de actividad.^{9,10,11,12}

En 2011, Henderson y colaboradores describieron los distintos tipos de fallos observados en las artroplastías modulares. Éstos se clasifican en fallos por causas mecánicas, que incluyen la falla de tejidos blandos, el aflojamiento aséptico y la falla estructural y fallos protésicos por causas no mecánicas, como la infección y la progresión de la enfermedad.⁹

La principal causa de fracaso en los primeros años de postoperatorio de las AMR son las infecciones, con una incidencia de 6 a 20%.⁹ A largo plazo, las complicaciones más comunes incluyen la recurrencia local y problemas mecánicos, especialmente el aflojamiento aséptico y las fracturas periprotésicas.^{10,11,12}

El objetivo de este estudio fue identificar los distintos factores pronósticos asociados al fracaso de la AMR en pacientes oncológicos tratados en un centro de referencia nacional.

Material y métodos

El siguiente trabajo es un estudio de tipo cohorte retrospectiva, en donde se incluyeron los expedientes clínicos y radiográficos completos de los pacientes con diagnóstico histopatológico confirmado de tumores con afección del fémur distal o tibia proximal (neoplasias metastásicas a hueso, neoplasia ósea primaria o tumor de tejidos blandos con

afección). A todos los pacientes se les realizó una resección del tumor seguida de la colocación de una AMR en el período comprendido entre el 1 de Enero de 2010 y el 31 de Diciembre de 2021, con un seguimiento mínimo de seis meses. Se excluyeron a los pacientes que fallecieron por causas no relacionadas con el cáncer, aquellos que abandonaron el seguimiento y los casos que presentaron resecciones con márgenes quirúrgicos positivos tanto macroscópicos (R2) como microscópicos (R1).

Todos los procedimientos quirúrgicos fueron llevados a cabo por dos ortopedistas oncólogos de la misma institución. Se definió el término «fracaso de AMR» como la presencia de alguna de las complicaciones descritas por Henderson y colaboradores.⁹ Todos los pacientes de nuestra cohorte recibieron antibiótico profiláctico con cefalosporina de primera generación de acuerdo con las recomendaciones internacionales y locales.¹³

Las distintas variables relacionadas con el fracaso protésico se contrastaron con las principales características clínico-demográficas de los pacientes. Este estudio se realizó siguiendo los principios de la Declaración de Helsinki (2013) y las guías de la Ley General de Salud de México. Fue aprobado por el comité de ética con el número 2022/088.

Análisis estadístico: se efectuó un análisis descriptivo de las variables demográficas, obteniendo medidas de tendencia central (media, mediana) y de dispersión (desviación estándar y rangos), de acuerdo con la distribución de normalidad de las variables, la cual se evaluó mediante la prueba de Kolmogórov-Smirnov.

Para el análisis de las variables cualitativas, se utilizó la prueba de χ^2 o la exacta de Fisher, según correspondiera. En el caso de las variables cuantitativas, se empleó la prueba t de Student o la U de Mann-Whitney, según fuera apropiado. Posteriormente, se realizó un modelo de regresión de Cox, tomando en consideración las variables que mejor se adaptaron al modelo. En los análisis univariado y multivariado, se utilizaron intervalos de confianza de 95% y se consideró estadísticamente significativa una p menor o igual a 0.05. Además, se llevó a cabo un análisis de supervivencia global mediante el método de Kaplan-Meier. El análisis estadístico se realizó utilizando el *software* STATA 17.

Resultados

Se revisaron un total de 84 expedientes de pacientes diagnosticados con tumores musculoesqueléticos alrededor

de la rodilla, de los cuales 49 cumplieron con los criterios para este estudio. De estos 49 casos, 25 (51.02%) pacientes eran mujeres y 24 (48.98%) hombres, con una edad media de 29.57 años. Entre las variables independientes analizadas que podrían asociarse con el fracaso protésico, se incluyó el índice de masa corporal (IMC) al momento de la cirugía, con una mediana de 24.77 kg/m² y un rango de 16.4 a 39.4 kg/m². Se observó presencia de enfermedades crónico-degenerativas; diabetes mellitus en tres (6.12%) pacientes e hipertensión arterial sistémica dos (4.08%). El antecedente de tabaquismo se registró en 10 sujetos (20.41%) y un paciente (2.04%) tuvo exposición a humo de leña. Las principales variables demográficas incluidas en este estudio se presentan en la [Tabla 1](#).

El diagnóstico histopatológico más frecuente fue osteosarcoma en 27 (55.1%) pacientes, seguido de tumor de células gigantes en 16 (32.65%). El subtipo histológico de osteosarcoma más común fue el osteoblástico, presente en 13 (26.53%) casos. El fémur distal fue la localización más afectada, en 67.35% de los pacientes (n = 33) y el tamaño tumoral tuvo una mediana de longitud del eje mayor de 10.25 cm (rango de 6-16 cm).

El estadio clínico de los tumores óseos malignos se basó en la clasificación más reciente de la *American Joint Committee on Cancer* (AJCC 8ª edición).¹⁴ El estadio más frecuente en nuestra cohorte fue el IIB y se presentó en 18 (36.73%) pacientes. Todos los tumores benignos se encontraban en el

Tabla 2: Causas del fracaso de la endoprótesis de acuerdo con la clasificación de Henderson y colaboradores.⁹

Tipo	Sitio del implante, n (%)	
	Fémur distal	Tibia proximal
1. Falla de tejidos blandos	0 (0)	0 (0)
2. Aflojamiento aséptico	1 (2.04)	0 (0)
3. Falla estructural	2 (4.08)	1 (2.04)
4. Infección	5 (10.20)	2 (4.08)
5. Recurrencia del tumor	2 (4.08)	1 (2.04)
Todos los tipos	10 (20.41)	4 (8.16)

estadio 3 de Enneking; los dos casos con sarcoma de tejidos blandos que tenían afección ósea estaban en estadio IV de AJCC 8ª edición para sarcomas de tejidos blandos.¹⁴ En el caso de los pacientes con cáncer de mama metastásico a hueso, inicialmente se habían estadificado como IIIA y tuvieron progresión de la enfermedad a hueso.

La mediana de supervivencia global de los pacientes fue de 35 meses (10-151 meses). Durante el seguimiento, ocho (16.33%) pacientes fallecieron a causa de la enfermedad oncológica de base. La aparición de metástasis pulmonares durante el seguimiento se registró en 12 (24.49%) casos, asociándose con la muerte por enfermedad (HR 4.5, IC95% 3.1-8, p = 0.006). La recurrencia local también se asoció con la muerte por enfermedad (HR 1.5, IC95% 1.1-4, p = 0.04).

En nuestra cohorte, 14 (28.57%) pacientes presentaron algún tipo de fracaso de la AMR. El tiempo hasta la aparición de alguna complicación que condicionara el fracaso de las AMR tuvo una mediana de 2.86 meses (rango: 0.5 a 36 meses). La mediana de supervivencia de la endoprótesis fue de 29 meses (rango: 4 a 72 meses). La complicación más frecuente que condicionó el fracaso de la AMR fue la infección periprotésica, observada en siete (14.29%) pacientes ([Tablas 1 y 2](#)). El microorganismo más comúnmente aislado en los cultivos realizados en el quirófano antes del primer desbridamiento fue *S. aureus*, en cuatro (8.16%) casos.

El segundo tipo de fracaso más frecuente de la AMR fue la recurrencia local en 6.12% (n = 3). La luxación protésica se observó en dos (4.08%) pacientes; el primero de ellos a los 15 días de operado y el otro a los 11 meses de postoperado, ambos fueron llevados a revisión protésica y cambio de los componentes ([Tablas 1 y 2](#)).

El tratamiento definitivo para los fracasos de la AMR fue amputación en siete (14.29%) pacientes; cuatro (8.16%) de ellos debido a infección periprotésica y tres (6.12%) por recurrencia local. Se realizó el cambio de prótesis en un caso con luxación (2.04%) y en un paciente con aflojamiento aséptico (2.04%) ([Tabla 1](#)).

Se utilizaron diferentes tipos de implantes protésicos cementados (GMRS) y no cementados (SNC y OSS), de los cuales 16.33% (ocho casos) fueron implantes cementados y 83.67% (41 pacientes) fueron no cementados. No se encontró diferencia estadísticamente significativa ni asociación

Tabla 1: Descripción de las variables demográficas (N = 49).

Característica	n (%)
Sexo	
Femenino	25 (51.02)
Masculino	24 (48.98)
Edad (años), media ± DE	29.57 ± 14.02
Hueso afectado	
Fémur distal	33 (67.35)
Tibia proximal	16 (32.65)
Tipo de fracaso de la endoprótesis	
Infección	7 (14.29)
Luxación protésica	2 (4.08)
Recurrencia local	3 (6.12)
Aflojamiento aséptico	1 (2.04)
Fatiga de material	1 (2.04)
Comorbilidades	
Ninguna	42 (85.71)
Hipertensión arterial	2 (4.08)
Diabetes mellitus	3 (6.12)
Otras	2 (4.08)
Reintervención final	
Amputación	7 (14.29)
Aseo quirúrgico	3 (6.12)
Cambio de prótesis	2 (4.08)
Reducción de luxación	1 (2.04)
Artrodesis	1 (2.04)
Necesidad de transfusión	
Postquirúrgico	33 (67.35)
Trans y postquirúrgico	7 (14.29)
No	6 (12.24)
Transquirúrgico	3 (6.12)

entre el tipo de implante utilizado y algún tipo de fracaso de las AMR (*Tabla 3*).

Las cirugías tuvieron una media de tiempo quirúrgico de 216.87 ± 98.29 minutos. El tiempo quirúrgico se dividió en AMR de duración prolongada (≥ 5 horas) y no prolongada (< 5 horas) para un análisis estadístico más detallado. Dieciocho (36.73%) pacientes tuvieron un tiempo quirúrgico prolongado y 31 (63.27%) un tiempo menor a cinco horas. Se encontró diferencia estadísticamente significativa y asociación entre un procedimiento quirúrgico prolongado y la presencia de algún tipo de fracaso de AMR (HR 3.37, IC95% 1.1-8.6, $p = 0.04$).

Se registró una mediana de sangrado de 750 cm^3 (rango: 200 a $3,000 \text{ cm}^3$) y 87.76% de los pacientes requirió transfusión de algún hemoderivado, la mayoría ($n = 33$) en el postoperatorio, con una mediana de dos concentrados eritrocitarios. La mediana del tiempo de hospitalización fue de tres días (rango: 2-15 días). La mediana del sangrado fue de 750 ml (200-3,000). Tan sólo seis (12.24%) pacientes no requirieron transfusiones durante el trans y postoperatorio.

Se encontró diferencia estadísticamente significativa entre los pacientes con biopsia fuera de nuestro instituto y la presencia de fracaso de las AMR ($p = 0.001$). Las biopsias realizadas fuera de nuestro instituto se encontraron como un factor pronóstico asociado al fracaso de la AMR (HR 3.2, IC95% 1.4-6.4, $p = 0.02$) (*Tablas 3 y 4*).

La longitud del eje mayor del tumor se dividió en categorías para un análisis más detallado, tomando en cuenta la clasificación de la AJCC de tumores óseos.¹⁴ Se observó una diferencia estadísticamente significativa entre el tamaño del tumor y la presencia de fracaso de las AMR, con una p de 0.001 y

se encontró una asociación entre estas dos variables (HR 2.1, IC95% 1.2-4.6, $p = 0.01$), como se muestra en las *Tablas 3 y 4*. No hubo diferencia estadísticamente significativa entre el tamaño del tumor y el tiempo quirúrgico ($p = 0.06$).

La mayor cantidad de fracasos de AMR se presentaron en pacientes con sarcomas óseos en ocho (16.33%) casos, seguidos de cuatro (28.57%) enfermos con tumores óseos benignos y en los dos (14.29%) pacientes con sarcomas de tejidos blandos, según se detalla en la *Tabla 3*. Existe diferencia estadísticamente significativa entre el estadio clínico y la presencia de fracaso de las artroplastias modulares ($p = 0.03$). Sin embargo, en el análisis univariado y multivariado mediante regresión de Cox, no se encontró asociación entre los diferentes estadios clínicos y el fracaso de las AMR. Esto también podría explicarse por la heterogeneidad entre los distintos diagnósticos y estadios, como se indica en la *Tabla 4*.

Discusión

Es crucial considerar las principales causas de fracaso de las AMR y su impacto en el desenlace funcional para mejorar la planificación preoperatoria de los tumores musculoesqueléticos y así reducir el porcentaje de fracasos de estos procedimientos.^{9,10,11,12,15,16,17}

A diferencia de otros reportes de la literatura,¹⁸ en nuestra cohorte no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ni asociación en cuanto al tipo de implante utilizado y la presencia de algún tipo de fracaso de la AMR. Esto podría deberse a varios factores que representan limitaciones de nuestro estudio, como la falta de homogeneidad

Tabla 3: Posibles factores pronósticos y su relación con el fracaso de las artroplastias modulares de rodilla.

Variables	Artroplastia modular de rodilla, n (%)			p
	Total N = 49	Sin fracaso N = 35	Con fracaso N = 14	
Estadio clínico				0.03
Enneking 3 (tumores benignos)	17 (34.69)	13 (37.14)	4 (28.57)	
AJCC óseo IB	1 (2.04)	1 (2.86)	0 (0)	
AJCC óseo IIA	1 (2.04)	0 (0)	1 (7.14)	
AJCC óseo IIB	18 (36.73)	15 (42.86)	3 (21.43)	
AJCC óseo III	1 (2.04)	1 (2.86)	0 (0)	
AJCC óseo IVA	6 (12.24)	2 (5.71)	4 (28.57)	
AJCC óseo IVB	1 (2.04)	1 (2.86)	0 (0)	
AJCC tejidos blandos IIB	2 (4.08)	0 (0)	2 (14.29)	
AJCC mama IIIA	2 (4.08)	2 (5.71)	0 (0)	
Biopsia fuera de la institución				0.001
Sí	27 (55.10)	15 (42.86)	12 (85.71)	
No	22 (44.90)	20 (57.14)	2 (14.29)	
Eje mayor del tumor (cm)				0.001
< 8	25 (51.02)	24 (68.57)	1 (7.14)	
≥ 8	24 (48.98)	11 (31.43)	13 (92.86)	
Tipo de implante				NS
Cementado	8 (16.33)	6 (17.14)	2 (14.29)	
No cementado	41 (83.67)	29 (82.86)	12 (85.71)	

AJCC = American Joint Committee on Cancer. NS = no significativo.

Tabla 4: Análisis univariado y multivariado de los factores asociados a fracaso de la artroplastía modular de rodilla.

Variables	Total N = 49 n (%)	Análisis univariado		Análisis multivariado	
		HR (IC95%)	p	HR (IC95%)	p
Biopsia fuera de la institución					
Sí	27 (55.10)	4.3 (2.1-5.4)	0.001	3.2 (1.4-6.4)	0.02
No	22 (44.90)				
Longitud del eje mayor (cm)					
< 8	25 (51.02)	3.2 (2.1-4.2)	0.001	2.1 (1.2-4.6)	0.01
≥ 8	24 (48.98)				
Tiempo quirúrgico (horas)					
≥ 5	18 (36.73)	4.4 (2.1-9)	0.02	3.3 (1.1-8.6)	0.04
< 5	31 (63.27)				

HR = hazard ratio. IC95% = intervalos de confianza de 95%.

en los diagnósticos oncológicos, la necesidad de un mayor tiempo de seguimiento y el requerimiento de una muestra más amplia para poder realizar afirmaciones concluyentes sobre este tema.

El abordaje diagnóstico de los pacientes con tumores musculoesqueléticos debe ser integral y multidisciplinario. Dentro de este abordaje diagnóstico, la toma de biopsia es de vital importancia y debe ser efectuada por un cirujano experto y de preferencia en el hospital en donde se va a realizar el tratamiento definitivo. Dado que nuestro instituto recibe pacientes referidos de todo el país, algunos ya cuentan con una biopsia realizada previamente. Las biopsias efectuadas fuera de nuestro instituto se asociaron significativamente con el fracaso de las AMR (HR 3.2, IC95% 1.4-6.4, $p = 0.02$), según se muestra en la [Tabla 4](#). Esto podría deberse a múltiples factores, entre los que se incluyen la falta de experiencia en el manejo de estas enfermedades, lo que conduce a un abordaje inadecuado de la biopsia o a una contaminación significativa de los tejidos adyacentes.

El tamaño del tumor es una variable que siempre debe considerarse, ya que complica la preservación de la extremidad. A pesar de esto, no encontramos diferencias ni asociaciones entre el tamaño del tumor y el tiempo quirúrgico. Sin embargo, el tamaño del tumor resultó ser un factor importante en relación con el fracaso de las AMR (HR 2.1, IC95% 1.2-4.6, $p = 0.01$), como se indica en la [Tabla 4](#).

A pesar de la complejidad de las cirugías de salvamento de la extremidad en tumores musculoesqueléticos alrededor de la rodilla, el tiempo quirúrgico es una variable importante. Por ello, se recomienda que dichos procedimientos se realicen en centros especializados en el manejo de este grupo de pacientes. Un tiempo quirúrgico mayor o igual a cinco horas resultó asociarse de forma significativa con el fracaso de las AMR (HR 3.37, IC95% 1.1-8.6, $p = 0.04$), como se detalla en la [Tabla 4](#).

El estadio clínico presentó una diferencia estadísticamente significativa con el fracaso de la AMR; sin embargo, esta diferencia no se ve reflejada en asociación estadística en el análisis multivariado. No hubo un estadio clínico que

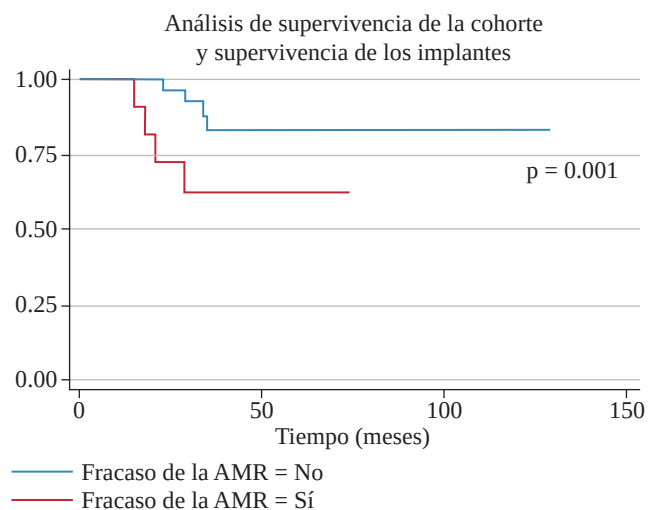


Figura 1: Curvas de Kaplan-Meier para la supervivencia de los implantes de artroplastía modular de rodilla (AMR) de la cohorte.

de forma individual se asociara con el fracaso de la AMR; como se mencionó previamente, esto puede deberse a la heterogeneidad de la muestra en donde se incluyeron tumores benignos, tumores malignos y cáncer metastásico a hueso, cuyo comportamiento es diferente entre cada uno de ellos.

En nuestra cohorte, analizamos otras variables que pudieran llegar a asociarse con el fracaso de la AMR, como son el tiempo quirúrgico, la cantidad de sangrado transoperatorio, el haber recibido quimioterapia neoadyuvante, la presencia de fracturas en terreno previamente dañado, la ocupación y la escolaridad. Ninguna de estas variables presentó diferencia estadísticamente significativa ni asociación con la presencia de fracasos de prótesis modulares de rodilla en nuestra cohorte. Diversos estudios han asociado la presencia de fracturas en terreno patológico con un mayor riesgo de recurrencia de la enfermedad, tanto a nivel local como a distancia; esto no fue observado en nuestra cohorte.^{19,20,21,22}

Las transfusiones sanguíneas perioperatorias se han asociado con la recurrencia de diferentes tipos de cáncer, como son cáncer renal, colorrectal, gástrico, pancreático y hepato-

celular.^{23,24,25,26} Sin embargo, en nuestro estudio, no encontramos asociación entre el número de transfusiones sanguíneas y la presencia de recurrencia de los tumores óseos ni algún otro tipo de fracaso de las AMR.

Nuestra muestra incluye diferentes tipos de cáncer. Podemos observar características importantes que justifican el tratamiento mediante AMR, como son el incremento en la supervivencia global y el brindar una mejor calidad de vida. La mediana de supervivencia de nuestra cohorte fue de casi tres años (Figura 1).

La selección del implante correcto siempre resultará un reto para el equipo que se encargará de la resección y reconstrucción de un tumor óseo alrededor de la rodilla. Por este motivo, debemos individualizar los casos, teniendo en cuenta las diferentes variables que puedan influir en el desenlace terapéutico y clínico de nuestros pacientes.^{27,28,29}

A pesar de las limitaciones inherentes a un estudio retrospectivo realizado en un solo centro hospitalario, como la posible falta de generalización de los resultados a otras poblaciones, el sesgo de selección y la dependencia de registros históricos que pueden ser incompletos o inexactos, el presente trabajo proporciona una valiosa aproximación a los diferentes factores que pueden influir en el fracaso de una artroplastia modular de rodilla (AMR). Además, la naturaleza retrospectiva del estudio limita la capacidad de establecer relaciones causales definitivas entre las variables estudiadas y los resultados observados. Sin embargo, estos hallazgos son fundamentales para futuras investigaciones, ya que proporcionan una base sólida para estudios prospectivos más controlados y detallados. Éstos podrían explorar más a fondo las relaciones causales y permitir una mejor comprensión de cómo optimizar el manejo de pacientes con tumores musculoesqueléticos alrededor de la rodilla. Resaltamos la importancia del manejo multidisciplinario de este grupo de pacientes y la preferencia por centros especializados, lo cual subraya la necesidad de un enfoque colaborativo y bien coordinado en el tratamiento de estas complejas condiciones.

Conclusiones

Los factores pronósticos más relevantes asociados al fracaso de las AMR identificados en nuestra cohorte incluyen el tamaño del tumor, un tiempo quirúrgico prolongado (igual o superior a cinco horas) y la realización de la biopsia diagnóstica en un centro no especializado en el manejo de este tipo de pacientes. Estos hallazgos subrayan la importancia de considerar cuidadosamente estas variables en la planificación y ejecución del tratamiento. Por lo tanto, es esencial establecer un manejo multidisciplinario y oportuno, que involucre a especialistas con experiencia en el tratamiento de tumores musculoesqueléticos, para optimizar los resultados y minimizar el riesgo de fracaso de las AMR. Este enfoque colaborativo y especializado puede contribuir significativamente a mejorar los desenlaces clínicos y la calidad de vida de los pacientes afectados por estas complejas condiciones.

Agradecimientos

Agradecemos al Instituto Nacional de Cancerología de México (INCan) por el apoyo brindado para la publicación de este artículo.

Referencias

1. Walczak BE, Rose PS, Post JM, Sim FH. Surgical treatment of tumors and tumorlike lesions of bone. In: Santini-Araujo E, Kalil R, Bertoni F, Park YK (eds). Tumors and tumor-like lesions of bone. London: Springer; 2020. pp. 103-119.
2. Grimer RJ, Carter SR, Pynsent PB. The cost-effectiveness of limb salvage for bone tumours. *J Bone Joint Surg Br.* 1997; 79(4): 558-61.
3. Bus MP, van de Sande MA, Fiocco M, Schaap GR, Bramer JA, Dijkstra PD. What are the long-term results of MUTARS® modular endoprostheses for reconstruction of tumor resection of the distal femur and proximal tibia? *Clin Orthop Relat Res.* 2017; 475(3): 708-18.
4. Albergo JJ, Gaston CL, Aponte-Tinao LA, Ayerza MA, Muscolo DL, Farfalli GL, et al. Proximal tibia reconstruction after bone tumor resection: are survivorship and outcomes of endoprosthetic replacement and osteoarticular allograft similar? *Clin Orthop Relat Res.* 2017; 475(3): 676-82.
5. Pang CG, Yang XG, Zhao YL, Liu YC, Hu YC. A novel tool for predicting the survival of endoprosthesis used for reconstruction of the knee following tumor resection: a retrospective cohort study. *BMC Cancer.* 2021; 21: 986.
6. Windhager R. Tumour arthroplasty. *Orthopade.* 2021; 50(10): 839-42.
7. Linares-González LM. Tratamiento quirúrgico del osteosarcoma. En: Clara-Altamirano MA, García-Ortega DY (eds.). Clínicas oncológicas de Iberoamérica: tumores óseos. PyDESA; 2022. Vol. 12. pp. 139-50.
8. Gautam D, Malhotra R. Megaprosthesis versus allograft prosthesis composite for massive skeletal defects. *J Clin Orthop Trauma.* 2018; 9(1): 63-80.
9. Henderson ER, Groundland JS, Pala E, Dennis JA, Wooten R, Cheong D, et al. Failure mode classification for tumor endoprostheses: retrospective review of five institutions and a literature review. *J Bone Joint Surg Am.* 2011; 93(5): 418-29.
10. Kinkel S, Lehner B, Kleinhans JA, Jakubowitz E, Ewerbeck V, Heisel C. Medium to long-term results after reconstruction of bone defects at the knee with tumor endoprostheses. *J Surg Oncol.* 2010; 101(2): 166-9.
11. Goldman LH, Morse LJ, O'Donnell RJ, Wustrack RL. How often does spindle failure occur in compressive osseointegration endoprostheses for oncologic reconstruction? *Clin Orthop Relat Res.* 2016; 474(7): 1714-23.
12. Perez JR, Jose J, Mohile NV, Boden AL, Greif DN, Barrera CM, et al. Limb salvage reconstruction: radiologic features of common reconstructive techniques and their complications. *J Orthop.* 2020; 21: 183-91.
13. Müller D, Kaiser D, Sairanen K, Studhalter T, Uckay I. Antimicrobial prophylaxis for the prevention of surgical site infections in orthopaedic oncology - a narrative review of current concepts. *J Bone Jt Infect.* 2019; 4 (6): 254-63.
14. Amin MB, Greene FL, Edge SB, Compton CC, Gershenwald JE, Brookland RK, et al. The Eighth Edition AJCC Cancer staging manual: continuing to build a bridge from a population-based to a more "personalized" approach to cancer staging. *CA Cancer J Clin.* 2017; 67(2): 93-9.
15. González-Quevedo D, Moriel-Garces D. Metástasis óseas: del diagnóstico al tratamiento. *Actual Med.* 2019; 104(808): 192-4.
16. Clara-Altamirano MA, García-Ortega DY, Martínez-Said H, Caro-Sánchez CHS, Herrera-Gómez A, Cuellar-Hubbe M. Surgical treatment in bone metastases in the appendicular skeleton. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol (Engl Ed).* 2018; 62(3): 185-9.
17. Saglam F, Baysal O, Sofulu O, Baykan SE, Erol B. The impact of pathological fractures on surgery, morbidity, functional and oncological outcomes in patients with primary bone sarcomas. *Injury.* 2021; 52(7): 1740-7.

18. Pala E, Trovarelli G, Calabro T, Angelini A, Abati CN, Ruggieri P. Survival of modern knee tumor megaprotheses: failures, functional results, and a comparative statistical analysis. *Clin Orthop Relat Res*. 2015; 473(3): 891-9.
19. Papagelopoulos PJ, Mavrogenis AF, Savvidou OD, Benetos IS, Galanis EC, Soucacos PN. Pathological fractures in primary bone sarcomas. *Injury*. 2008; 39(4): 395-403.
20. Salunke AA, Chen Y, Tan JH, Chen X, Khin LW, Puhaindran ME. Does a pathological fracture affect the prognosis in patients with osteosarcoma of the extremities?: a systematic review and meta-analysis. *Bone Joint J*. 2014; 96-B(10): 1396-403.
21. Cates JM. Pathologic fracture a poor prognostic factor in osteosarcoma: Misleading conclusions from meta-analyses? *Eur J Surg Oncol*. 2016; 42(6): 883-8.
22. Linares RF. Complicaciones del tratamiento quirúrgico de los sarcomas óseos. En: Clara-Altamirano MA, García-Ortega DY (eds.). *Clínicas oncológicas de Iberoamérica: tumores óseos*. PyDESA; 2022. Vol. 18. pp. 213-220.
23. Liu Y, Deng X, Wen Z, Huang J, Wang C, Chen C, et al. The effect of perioperative blood transfusion on survival after renal cell carcinoma nephrectomy: A systematic review and meta-analysis. *Front Oncol*. 2023; 13: 1092734.
24. Zhang W, Xu H, Huang B, Xu Y, Huang J. Association of perioperative allogeneic blood transfusions and long-term outcomes following radical surgery for gastric and colorectal cancers: systematic review and meta-analysis of propensity-adjusted observational studies. *BJS Open*. 2023; 7(4): zrad075.
25. Kulkarni S, Parina R, Henderson R, Derek E, Selby T, Kwon Y, et al. Transfusion-free strategies in liver and pancreatic surgery: a predictive model of blood conservation for transfusion avoidance in mainstream populations. *Ann Surg*. 2023; 277(3): 469-74.
26. Hu L, Li Z, Qiao Y, Wang A. Does perioperative allogeneic blood transfusion worsen the prognosis of patients with hepatocellular carcinoma? A meta-analysis of propensity score-matched studies. *Front Oncol*. 2023; 13: 1230882.
27. Haijie L, Dasen L, Tao J, Yi Y, Xiaodong T, Wei G. Implant survival and complication profiles of endoprotheses for treating tumor around the knee in adults: a systematic review of the literature over the past 30 years. *J Arthroplasty*. 2018; 33(4): 1275-87.e3.
28. Liang H, Guo W. Reconstruction in orthopaedic oncology: frontier and horizon. *Ann Joint*. 2020; 5: 19.
29. Theil C, Roder J, Gosheger G, Deventer N, Dieckmann R, Schorn D, et al. What is the likelihood that tumor endoprotheses will experience a second complication after first revision in patients with primary malignant bone tumors and what are potential risk factors? *Clin Orthop Relat Res*. 2019; 477(12): 2705-14.

Conflicto de intereses: los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Localización del estudio: todos los datos fueron obtenidos de la base de datos del Departamento de Piel, Partes Blandas y Tumores Óseos del Instituto Nacional de Cancerología de México.