

Uso de aloinjerto estructural e infecciones posquirúrgicas

Fernando D. Jorge, José María Varaona, Mariela Basso

Servicio de Ortopedia y Traumatología, Hospital Alemán, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina

RESUMEN

Introducción: El uso de aloinjertos conlleva el riesgo de complicaciones. Una de las más frecuentes es la infección. Un importante factor de riesgo de infección con el uso de injertos óseos es la transmisión de gérmenes a través del injerto. Nuestros objetivos fueron determinar si existe una relación entre la posible contaminación de los injertos de este Banco y las infecciones posquirúrgicas; demostrar cómo la selección del donante, la procuración y el procesado del injerto adecuados disminuyen la tasa de contaminación e informar otras complicaciones relacionadas con la calidad del injerto. **Materiales y Métodos:** Se seleccionaron pacientes que recibieron injerto óseo estructural de nuestro Banco. Todos los injertos fueron estudiados microbiológicamente. Se revisaron las historias clínicas, y los pacientes fueron sometidos a una anamnesis y un examen físico, y se les tomaron radiografías para detectar infección y otras complicaciones. Se utilizó la Escala de Osteointegración ISOLS. **Resultados:** En ninguno de los injertos, se detectó contaminación. Se identificó un caso (7,7%) de infección por *Klebsiella pneumoniae* productora de carbapenemasas y 3 casos (23%) de falta de integración. La integración fue entre buena y excelente en el 77% de los casos, satisfactoria en el 8% y pobre en el 15%. No hubo otras complicaciones. **Conclusiones:** Existe riesgo de transmisión de infecciones con el aloinjerto estructural. Los criterios reglados de selección de donantes y el control de los procedimientos dentro del banco de huesos disminuyen el riesgo de infección por contaminación del injerto y de otras complicaciones relacionadas con la calidad del injerto.

Palabras clave: Aloinjerto estructural; banco de huesos; infección; complicaciones.

Nivel de Evidencia: IV

Use of Structural Allograft and Post-Surgical Infections

ABSTRACT

Introduction: The use of allografts carries the risk of various complications. Among the most frequent is infection. An important risk factor for infection with the use of bone grafts is the transmission of germs through the graft itself. Our objectives are to determine if there is a relationship between possible contamination of the grafts from this bank and postoperative infections; demonstrate how the proper donor selection, procurement, and processing of the graft decrease the rate of contamination; and report other complications related to the quality of the graft. **Materials and Methods:** We selected patients who received structural bone grafts from our bank. All grafts were microbiologically studied. A review of the health records, anamnesis, physical examination, and radiographs was performed to evaluate infection and other complications. The ISOLS Osseointegration Scale was used to assess the consolidation of the grafts. **Results:** No graft contamination was detected. One case (7.7%) of infection by carbapenemase-producing *Klebsiella pneumoniae* (KPC) and 3 cases (23%) of nonunion were identified. Consolidation was good to excellent in 77% of cases, satisfactory in 8%, and poor in 15%. No other complications were found. **Conclusion:** There is a risk for infection transmission with structural allograft. Regulated donor selection criteria and control of bone bank procedures reduce the risk of infection due to graft contamination and other complications related to graft quality.

Key words: Structural allograft; bone bank; infection; complications.

Level of Evidence: IV

INTRODUCCIÓN

El uso del injerto óseo en la cirugía traumatólica y ortopédica crece constantemente.^{1,2} Son muchos y variados los cuadros que requieren el aporte de este material biológico, como el tratamiento de tumores, lesiones pseudotumorales, defectos de consolidación, pseudoartrosis, malformaciones congénitas, artrodesis de columna, defectos óseos y revisiones de prótesis, entre otros.¹⁻⁴

Recibido el 18-6-2020. Aceptado luego de la evaluación el 24-8-2021 • Dr. FERNANDO D. JORGE • fernandodjorge@gmail.com  <https://orcid.org/0000-0002-2596-9147>

Cómo citar este artículo: Jorge FD, Varaona JM, Basso M. Uso de aloinjerto estructural e infecciones posquirúrgicas. *Rev Asoc Argent Ortop Traumatol* 2022;87(1):23-33. <https://doi.org/10.15417/issn.1852-7434.2022.87.1.1138>

El injerto que reúne las mejores condiciones para el paciente receptor es el autólogo,⁵ ya que no provoca trastornos inmunológicos de respuesta en el huésped contra el injerto donado y no plantea el riesgo de transmisión de enfermedades. Sin embargo, los requerimientos de injerto óseo de ciertas cirugías, por ejemplo, cuando se necesita injerto estructural masivo, hacen que sea imposible obtenerlo del mismo paciente. En estos casos, se justifica el empleo del aloinjerto, es decir, injerto obtenido de otro individuo de la misma especie y trasplantado al receptor.

Como consecuencia de esta necesidad, se crearon los Bancos de Tejidos del Sistema Musculoesquelético, que son organizaciones encargadas de la detección del potencial donante (ya sea vivo o cadavérico), su selección, la ablación u obtención de los injertos, su procesamiento (descelularizado, evaluación de tipo y cantidad de gérmenes, esterilización, embalaje, etc.), su almacenamiento y posterior distribución a los médicos solicitantes habilitados para que puedan ser empleados en cirugías. Todo esto, mediante una serie de procesos ordenados y trazables.^{1,2}

El uso de aloinjertos estructurales, como tablas y anillos corticales, segmentos diafisarios o injerto osteoarticular para reconstrucciones complejas, conlleva el riesgo de diversas complicaciones que pueden resultar en una alta tasa de falla.⁴ Entre las más frecuentes están la infección, la falta de integración del injerto con el hueso huésped y otras relacionadas con la alteración de las propiedades biomecánicas del injerto. La frecuencia de estas complicaciones varía con cada uno de los tipos de injerto estructural mencionados.⁴

Con respecto a la infección, cuando se utilizan aloinjertos estructurales en las cirugías, existen muchos factores relacionados con esta complicación, independientemente del uso del injerto. Algunos de estos factores son las resecciones óseas extensas, la pérdida de cobertura de tejidos blandos y la duración prolongada de la cirugía.⁵ Asimismo, se han descrito otros factores de riesgo de infección en cirugías que requieren aloinjertos, como la técnica quirúrgica, la edad del receptor (>60 años), diabetes, tabaquismo, consumo excesivo de alcohol o antecedentes de otras infecciones.⁶

Sin embargo, uno de los factores de riesgo de infección con el uso de injertos óseos más mencionado en la bibliografía consultada es la transmisión de gérmenes a través del mismo injerto.^{2,7,8}

El objetivo primario de este estudio fue determinar si existe una relación entre la posible contaminación de los injertos de este Banco y las complicaciones infecciosas posquirúrgicas publicadas. Como objetivo secundario, se intentó demostrar si los criterios de selección adecuadamente aplicados sobre el donante, la estandarización de los métodos de procuración y el correcto procesamiento de las piezas procuradas disminuyen la tasa de contaminación microbiológica del injerto estructural. Por último, se informan los resultados hallados de otras complicaciones relacionadas con la calidad del injerto.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio retrospectivo y descriptivo de la experiencia del Banco de Huesos del Hospital Alemán y un análisis de la bibliografía sobre el tema.

Se seleccionó una población de pacientes tratados en nuestro hospital, por diversos motivos, con tejido óseo proveniente del mencionado Banco de Huesos, entre el 1 de enero de 2012 y el 31 de diciembre de 2015. En todos los casos, el tipo de injerto recibido fue estructural. El seguimiento mínimo aceptado fue de 6 meses.

Para la procuración de dichos injertos, todos los donantes fueron aceptados de acuerdo con los criterios de selección establecidos por el Instituto Nacional Central Único Coordinador de Ablación e Implante (INCUCAI) y por el Banco de Huesos del Hospital Alemán. Todos los injertos obtenidos fueron procesados de acuerdo con nuestros protocolos de procesamiento de la Guía de Calidad; en cada una de las etapas, desde la selección del donante hasta su utilización, fueron manejados por personal perteneciente a nuestro Banco de Huesos. Este Banco de Tejidos y su personal se encuentran habilitados según lo establecen las Resoluciones INCUCAI N°088/16 y 089/16.

Se realizaron cultivos en todos los tejidos para el control de microbiología en el momento de la ablación y del procesamiento en sus distintas etapas. El control microbiológico se llevó a cabo siempre en el Laboratorio de Microbiología del Hospital Alemán, e incluyó cultivo de bacterias, micobacterias y hongos. La política de calidad, de acuerdo con el Manual de Procedimientos del Banco de Huesos, establece que los tejidos serán eliminados debidamente si alguna de las dos pruebas de microbiología (ya sea proveniente de la ablación o del procesado) arrojará resultados positivos.

Con respecto a los criterios de inclusión, se incorporaron pacientes de ambos sexos, sin restricción de edad, con diagnóstico de cualquier cuadro que requiriera tratamiento con injerto óseo estructural y que hayan recibido injertos exclusivamente de nuestro Banco de Huesos para su tratamiento. Los criterios de exclusión fueron: enfermedad infecciosa activa previa en el sitio receptor del injerto (pseudoartrosis infectada, osteomielitis, artritis séptica), inmunodepresión concomitante y uso previo de injertos no pertenecientes a este Banco de Huesos.

Se estudiaron 14 injertos estructurales en 12 pacientes. Se excluyó a uno (1 injerto) de estos 12 pacientes, porque tenía osteomielitis como enfermedad inicial del sitio receptor del injerto. Se analizaron finalmente 13 injertos en 11 pacientes (Tabla 1).

Tabla 1. Información general de los pacientes

Paciente	Fecha de la cirugía	Seguimiento	Edad	Sexo	Enfermedad	Tratamiento		Complicaciones posoperatorias
						Cirugía	Tipo de injerto	
1	10/8/2012	34 meses	12	M	Enfermedad de Ollier, encondroma de fémur con deformidad y deseje	Resección + osteotomía correctiva + injerto intercalar	Fémur distal + diáfisis 23 cm	No
2	28/9/2012	10 meses	8	M	Sarcoma de Ewing de fémur proximal	Resección + injerto intercalar	Tibia proximal con aparato extensor + 15 cm de diáfisis	No
3	9/9/2013	16 meses	69	F	Seudoartrosis de fractura periprotésica de cadera	Revisión de osteosíntesis + injerto	Tabla 13 cm	Sí
4	26/11/2013	30 meses	18	M	Condroblastoma recidivado de húmero proximal	Resección + aloprótesis	Húmero proximal con manguito + 15 cm de diáfisis	No
5	12/6/2014	23 meses	40	M	Condrosarcoma de pelvis	Resección + injerto intercalar	Tibia proximal + 10 cm de diáfisis	Sí
6	19/8/2014	21 meses	74	F	Fractura periprotésica de hombro	Revisión de prótesis total a hemiartroplastia de hombro + osteosíntesis + injerto	Tabla 10 cm	Sí
7	12/12/2014	18 meses	29	F	Seudoartrosis no infectada de fémur	Revisión de osteosíntesis + injerto	Tabla 20 cm	No
8	7/1/2015	17 meses	40	F	Osteosarcoma de fémur	Resección + injerto intercalar	Diáfisis femoral 15 cm	No
9	8/1/2015	17 meses	72	F	Sarcoma histiocítico de húmero	Resección + injerto intercalar	Diáfisis humeral 20 cm	No
10	22/1/2015	16 meses	71	F	Seudoartrosis/refractura de fractura periprotésica de cadera	Revisión de prótesis de cadera + injerto	Tabla 15 cm	No
11	27/10/2015	7 meses	75	F	Revisión de artroplastia de hombro	Revisión de hemiartroplastia a prótesis total invertida de hombro + revisión de osteosíntesis + injerto	Tibia distal 10 cm	No
12	15/11/2015	7 meses	41	M	Seudoartrosis no infectada de fémur	Revisión de osteosíntesis + injerto	Tabla 15 cm	No
13	15/12/2015	6 meses	53	M	Seudoartrosis no infectada de fémur	Revisión de osteosíntesis + injerto	Tabla 20 cm	No

El paciente 3 es el mismo que el paciente 10 y el paciente 6 es el mismo que el 11. Se los incluyó dos veces en el listado, porque fueron tratados con injerto estructural en dos ocasiones. M = masculino, F = femenino.

Además de la revisión de la historia clínica, todos los pacientes incluidos fueron citados y sometidos a una anamnesis y un examen físico a cargo del mismo examinador para evaluar, de manera objetiva, la presencia de complicaciones infecciosas o de cualquier otra índole (falta de integración, fractura del injerto, etc.) relacionadas con el injerto óseo estructural. Asimismo, se les efectuó un estudio radiográfico para evaluar la condición del injerto en el momento de realizar el estudio. Se empleó la Escala de Osteointegración del *International Symposium on Limb Salvage* (ISOLS) para evaluar la integración de los injertos (Tabla 2).

Tabla 2. Escala de Osteointegración del ISOLS

Osteointegración radiológica	Resultado
100%	Excelente
>75%	Buena
25-75%	Aceptable
<25%	Pobre

RESULTADOS

Todos los estudios microbiológicos se realizaron en el Laboratorio de Microbiología del Hospital Alemán. Los análisis y cultivos se efectuaron en dos oportunidades: en una primera muestra tomada durante la ablación y, en una segunda, tomada durante el procesado o la preparación del injerto, antes del empaque final. Los resultados de todas las muestras fueron negativos.

Cuando se llevó a cabo la evaluación clínica, ningún paciente tenía signos ni síntomas de infección activa, ni secuelas o complicaciones debido al uso de injerto estructural.

De acuerdo con los estudios radiográficos, ninguno tenía signos de infección del injerto o del sitio quirúrgico ni aflojamiento del material de osteosíntesis (Tablas 3 y 4, Figuras 1 y 2).



Figura 1. Caso 4. Condroblastoma de húmero proximal. Se observa la integración progresiva del injerto. **A.** Radiografía de húmero proximal derecho preoperatoria. **B.** Radiografía de húmero proximal derecho en el posoperatorio inmediato. **C.** Radiografía de húmero proximal derecho a los 6 meses de la cirugía.

Tabla 3. Detalles del tratamiento de los pacientes

Paciente	Tratamiento				
	Cirugía	Tipo de injerto	Tipo de fijación	Quimioterapia preoperatoria	Quimioterapia posoperatoria
1	Resección + osteotomía correctiva + injerto intercalar	Fémur distal + diáfisis 23 cm	Placa con tornillos	No	No
2	Resección + injerto intercalar	Tibia proximal con aparato extensor + 15 cm de diáfisis	Placa con tornillos	Sí	Sí
3	Revisión de osteosíntesis + injerto	Tabla 13 cm	Placa con tornillos	No	No
4	Resección + aloprótesis	Húmero proximal con manguito + 15 cm de diáfisis	Placa con tornillos	No	No
5	Resección + injerto intercalar	Tibia proximal + 10 cm de diáfisis	Barras y tornillos	No	No
6	Revisión de prótesis total a hemiartroplastia de hombro + osteosíntesis + injerto	Tabla 10 cm	Placa con tornillos + lazada de alambre	No	No
7	Revisión de osteosíntesis + injerto	Tabla 20 cm	Placa con tornillos	No	No
8	Resección + injerto intercalar	Diáfisis femoral 15 cm	Placas con tornillos	Sí	Sí
9	Resección + injerto intercalar	Diáfisis humeral 20 cm	Placa con tornillos	Sí	Sí
10	Revisión de prótesis de cadera + injerto	Tabla 15 cm	Lazadas de alambre	No	No
11	Revisión de hemiartroplastia a prótesis total invertida de hombro + revisión de osteosíntesis + injerto	Tibia distal 10 cm	Placa con tornillos + lazada de alambre	No	No
12	Revisión de osteosíntesis + injerto	Tabla 15 cm	Placa con tornillos	No	No
13	Revisión de osteosíntesis + injerto	Tabla 20 cm	Placa con tornillos	No	No

Tabla 4. Complicaciones y su tratamiento

Paciente	Complicaciones					Tratamiento de la complicación
	Infección	Sin integración	Reabsorción	Fractura	Otras	
1	No	No	No	No	No	—
2	No	No	No	No	No	—
3	No	Sí	No	No	No	Revisión de osteosíntesis + nuevo injerto
4	No	No	No	No	No	—
5	Sí*	Sí	Sí	No	No	Limpieza, quimioterapia + antibiótico
6	No	Sí	Sí	No	No	Revisión de artroplastia + nuevo injerto
7	No	No	No	No	No	—
8	No	No	No	No	No	—
9	No	No	No	No	No	—
10	No	No	No	No	No	—
11	No	No	No	No	No	—
12	No	No	No	No	No	—
13	No	No	No	No	No	—

*Paciente 5: Infección a los 12 días de la cirugía (internado en la Unidad de Terapia Intensiva). Germen: *Klebsiella pneumoniae* productora de carbapenemasa. Antibióticos: fosfomicina/gentamicina por vía intravenosa y luego doxiciclina.



Figura 2. Caso 7. Fractura de fémur distal. Se observa la integración progresiva del injerto. **A.** Radiografía de fémur distal derecho preoperatoria. **B.** Radiografía de fémur distal derecho al mes de la cirugía. **C.** Radiografía de fémur distal derecho a los 9 meses de la cirugía.

Se corroboró la correcta alineación del injerto en todos los casos. Así mismo, según la Escala de Osteointegración del ISOLS, la integración fue excelente en el 54% de los pacientes (7 casos), buena en el 23% (3 pacientes), aceptable en el 8% (1 caso) y pobre en el 15% (2 casos). En la [Tabla 5](#), se detallan los resultados de cada paciente para la integración del injerto de acuerdo con la escala mencionada.

Tabla 5. Resultados según la Escala de Osteointegración del ISOLS

Paciente	Porcentaje de osteointegración radiológica	Puntaje ISOLS
1	100%	Excelente
2	100%	Excelente
3	25-75%	Aceptable
4	100%	Excelente
5	0-25%	Pobre
6	0%	Pobre
7	100%	Excelente
8	100%	Excelente
9	75-100%	Buena
10	100%	Excelente
11	100%	Excelente
12	75-100%	Buena
13	75-100%	Buena

Se observa el porcentaje de osteointegración radiológica lograda y su correspondiente clasificación de acuerdo con el puntaje del ISOLS para cada paciente.

Durante la revisión de la historia clínica, se identificó un caso (7,7%) de infección del sitio quirúrgico. Se trataba de un paciente con un condrosarcoma grado 3 en la hemipelvis izquierda (Caso 5), que había sido sometido a una hemipelvectomía interna (resección tipo 1) y una reconstrucción con injerto estructural y osteosíntesis. A los 12 días (internado en la Unidad de Terapia Intensiva), se le diagnosticó la infección del sitio quirúrgico. El germen detectado fue *Klebsiella pneumoniae*, una bacteria gramnegativa productora de carbapenemasas. Las carbapenemasas son enzimas que inactivan a los antibióticos betalactámicos, como las penicilinas y cefalosporinas. Se le efectuó una limpieza quirúrgica en el sitio y, luego de una interconsulta con el Servicio de Infectología, se le administró fosfomicina/gentamicina por vía intravenosa y luego doxiciclina por vía oral, durante 6 meses. La infección evolucionó favorablemente ([Figura 3](#)).

Durante la revisión de las historias clínicas, también se identificaron tres casos (23%) de falta de integración, dos de ellos (15,4%) por reabsorción del injerto. Uno de los casos de falta de integración y reabsorción del injerto era el del paciente que evolucionó con infección del sitio quirúrgico (Caso 5). El otro (Caso 6) correspondía a un paciente con una fractura periprotésica de hombro, sometido a una revisión de prótesis total a hemiartroplastia con osteosíntesis e injerto estructural (tabla cortical), que finalmente resultó en pseudoartrosis de la fractura con reabsorción y falta de integración del injerto. El último caso de falta de integración (Caso 3) se trataba de un paciente con diagnóstico inicial de pseudoartrosis de fractura periprotésica de cadera. Se le realizó una revisión de la osteosíntesis con aporte de injerto estructural (tabla cortical) como tratamiento. La evolución continuó con la pseudoartrosis de la fractura y la falta de integración del injerto.

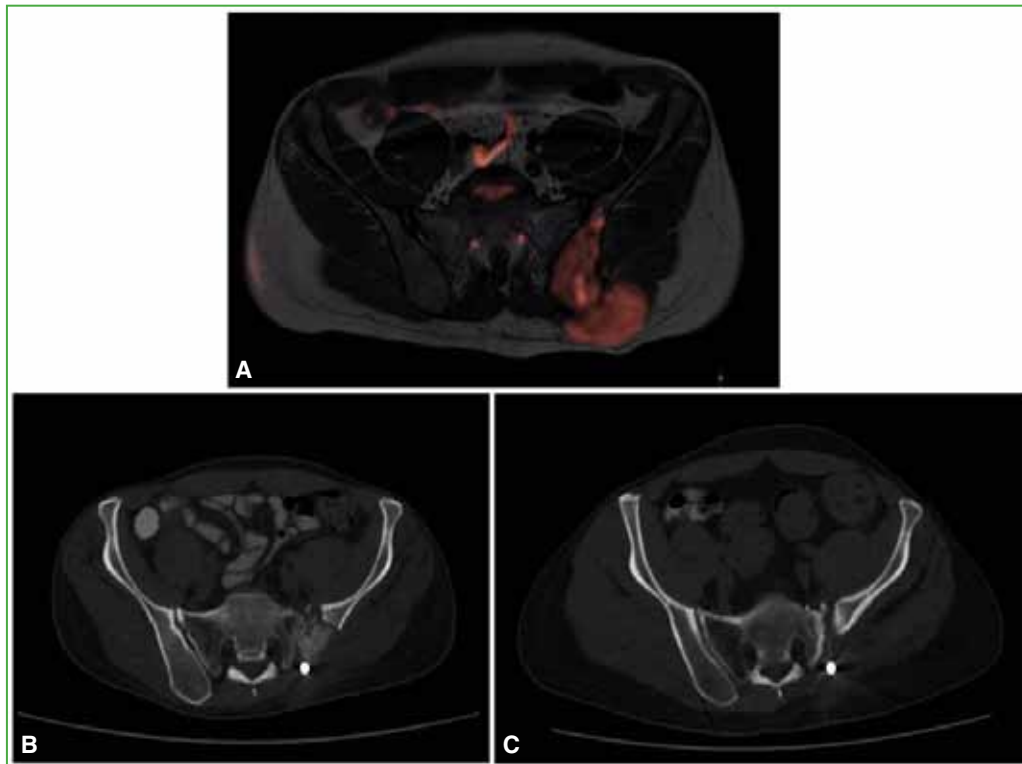


Figura 3. Caso 5. Condrosarcoma de pelvis. Se observa la reabsorción progresiva del injerto. **A.** Resonancia magnética de pelvis preoperatoria. **B.** Tomografía computarizada de pelvis a los 6 meses de la cirugía. **C.** Tomografía computarizada de pelvis a los 2 años de la cirugía.

DISCUSIÓN

La infección asociada al uso de un aloinjerto es una de las complicaciones más preocupantes para el cirujano. Uno de los factores de riesgo de infección más mencionados en la bibliografía es la transmisión de gérmenes a través del injerto.^{2,7,8}

Según la mayoría de los autores, la contaminación de las piezas óseas se produce en el momento de la ablación.^{2,7,8} Sin embargo, en ocasiones, se detectaron bacterias en la sangre del donante como consecuencia de la contaminación en el momento de la muerte (traumatismos) o, en el caso de donantes cadavéricos multiorgánicos, como consecuencia de la extracción previa de órganos y otros tejidos.^{9,10} Veen y cols.¹⁰ consideraron como un factor de la contaminación a la cantidad de médicos ablacionistas (más de cuatro). En otro estudio similar, Barrios y cols.¹¹ demostraron que la contaminación depende, además, de la cantidad de personas que manipulan el material y de la duración prolongada de la ablación.

Según el análisis de las muestras contaminadas, las bacterias halladas suelen corresponder a géneros de baja patogenicidad de la flora cutánea.^{2,8,9} Distintos estudios, entre ellos, el de James y cols.,¹² identificaron *Staphylococcus* sp. coagulasa-negativo como el microorganismo aislado más frecuente de un aloinjerto. Otros gérmenes, como *Staphylococcus epidermidis*, *Propionibacterium* sp. y bacterias del género *Clostridium* sp., también se detectan habitualmente, todos grampositivos.¹²

Por otro lado, existe el riesgo de transmisión viral con el uso de injerto de Banco.^{2,13} La sangre y la médula ósea son los principales responsables de la transmisión viral, pero hay evidencias de que también el cartílago, los ligamentos, los tendones y los meniscos tendrían esta propiedad.¹³

En los Estados Unidos, se comunicaron casos de transmisión del virus de la inmunodeficiencia humana a través de aloinjertos del tejido musculoesquelético del donante. En uno de ellos, el Banco de Tejidos que los distribuyó comprobó que tres de los cuatro receptores de aloinjerto musculoesquelético congelado no procesado (2 cabezas femorales, y un complejo rótula-tendón-tubérculo tibial anterior) se contagiaron el virus de la inmunodeficiencia

humana; sin embargo, otros injertos del mismo donante, que fueron procesados y congelados (fascia lata, otros tendones y ligamentos), no transmitieron la enfermedad.¹⁴ Este caso ejemplifica que el método de conservación por congelado sin un debido procesamiento de la pieza no destruye el virus de la inmunodeficiencia humana. El procesamiento del material por implantar remueve el contenido medular donde se encuentra el virus.

Sobre la base de estudios previos reconocidos internacionalmente,^{2,8,9} se ha adoptado como política de trabajo en este Banco, la descellularización mediante lavados a repetición con soluciones adecuadas como forma de procesamiento y el congelamiento a -80 °C para la conservación y el almacenamiento de las piezas óseas estructurales.

Se debe tener en cuenta un riguroso control en la selección del donante, así como en el cumplimiento de los protocolos para la ablación de los tejidos. También se debe realizar un adecuado procesamiento de las piezas procuradas y un estricto control microbiológico posterior. El incumplimiento puede llevar a la infección posquirúrgica por un injerto contaminado.^{2,9}

En este estudio, no hubo injertos eliminados por contaminación microbiológica. Por otro lado, como mencionan Aponte-Tinao y cols.,⁴ varios factores pueden producir riesgo de infección durante la cirugía, además del uso de aloinjerto. Se pueden mencionar como factores de riesgo para la infección a la amplia resección ósea con pérdida de tejido blando, la duración del procedimiento y los tratamientos adyuvantes, como la quimioterapia y la radioterapia, en los casos de tumores óseos.

La frecuencia de infección de aloinjertos masivos en la mayoría de las series publicadas es del 5% al 30%.^{15,16} Por ejemplo, Aponte-Tinao y cols.¹⁵ comunicaron una incidencia del 9% de infecciones en 673 pacientes. Se debe tener en cuenta que una complicación como la infección, por lo general, conduce a una extracción del aloinjerto, por lo que se relaciona con una alta tasa de fracaso de la cirugía.

En este estudio, hubo un solo caso (7,7%) de infección del sitio quirúrgico y el germen aislado fue *Klebsiella pneumoniae* productora de carbapenemasas. La detección fue temprana, durante la estancia en la Unidad de Terapia Intensiva, y fue tratada con limpieza quirúrgica el día 12 posoperatorio y tratamiento antibiótico durante 6 meses.

Si bien la tasa de infección coincide con la de la bibliografía estudiada, el germen aislado no se correspondió con los gérmenes normalmente detectados cuando se comprueba la contaminación del injerto. *Klebsiella pneumoniae* productora de carbapenemasas es un germen relacionado con infecciones intrahospitalarias en unidades cerradas. A pesar de que se utilizó aloinjerto estructural, debido a la naturaleza de la cirugía (hemipelvectomía interna más reconstrucción), la gran resección ósea y la duración, se puede concluir en que la infección no está relacionada, en forma directa, con el injerto, pero sí con otros factores concomitantes.

Otras complicaciones no infecciosas

La integración en la unión huésped-aloinjerto se consigue en un tiempo superior al de las integraciones huésped-autoinjerto.¹⁷⁻¹⁹ Dion y Sim¹⁷ afirman que se considera que un injerto no se ha integrado con el hueso huésped cuando no se observa integración luego de un año y que la tasa varía entre el 11% y el 17%. Enneking y Mindel¹⁸ demostraron que la integración entre el injerto y el hueso del huésped se produce lentamente por formación de nuevo hueso en la superficie del injerto, a través de un callo externo que proviene de la cortical del hueso huésped y más rápidamente en el interior del injerto por resorción y formación de callo interno desde la esponjosa del hueso huésped.

Varios factores son determinantes para la integración de los aloinjertos, entre ellos, el tipo de fijación del injerto y el tratamiento concomitante con quimioterapia en los pacientes con tumores óseos.²⁰

Con respecto al método de osteosíntesis empleado, Aponte-Tinao y cols.²¹ observaron que la placa con tornillos tiene una incidencia más baja de falta de integración que los clavos endomedulares (15% vs. 28%) por brindar una fijación más estable.

La quimioterapia tendría un efecto inhibitorio en la integración entre el injerto y el huésped. Enneking y Campanacci²² demostraron una asociación entre el retraso de la integración huésped-aloinjerto y la quimioterapia preoperatoria. Hazan y cols.²³ comunicaron la falta de integración en el 32% de los casos que requirieron quimioterapia y en el 12% de aquellos que no la requirieron. Por otro lado, Delloye y cols. no hallaron diferencias.²⁰

En este estudio, el 77% de los pacientes tuvo una integración clasificada entre buena y excelente, según la escala del ISOLS, que se correspondió con una osteointegración radiológica >75%. Un 8% de los casos tuvo una integración satisfactoria (25-75% de osteointegración radiológica) y un 15%, una pobre (<25% de osteointegración radiológica). Hubo tres casos (23%) de falta de integración.

Ningún paciente que había recibido quimioterapia preoperatoria evolucionó con falta de integración del injerto ni otra complicación relacionada.

Estas tasas no coinciden totalmente con lo mencionado en la bibliografía, aunque la escasa cantidad de casos podría justificar esa discordancia.

Varios autores, entre ellos Davy²⁴ demostraron que las propiedades biomecánicas del injerto, como las resistencias a la flexión, compresión o torsión, no se pierden a temperaturas de almacenamiento de entre -70°C y -80°C, ya que a estas temperaturas se detiene la degradación enzimática de los tejidos. En el Banco de Huesos del Hospital Alemán, los aloinjertos óseos son conservados en congeladoras de baja temperatura que, según registros relevados periódicamente, oscilan en ese rango.

En este estudio, se utilizaron huesos largos corticales congelados y conservados a esas temperaturas, de acuerdo con lo recomendado en la bibliografía y, en los pacientes analizados, no se observó ningún tipo de complicación relacionada con la alteración de la biomecánica de los injertos.

Por último, se pueden mencionar como debilidades de este estudio que la población seleccionada es escasa para obtener resultados confiables, que el tiempo de seguimiento no ha sido lo suficientemente extenso en todos los casos, que se analizaron patologías y grupos etarios muy diversos, y que se trata de un estudio retrospectivo.

CONCLUSIONES

El uso de aloinjerto estructural plantea un riesgo potencial de transmisión de enfermedades infecciosas. Sin embargo, la aplicación de nuestras normas y protocolos de trabajo demostró ser eficaz para evitar las infecciones posquirúrgicas debidas a la contaminación del injerto. Es de extrema exigencia cumplir con criterios estandarizados de selección de donantes, estandarizar los métodos de procuración, realizar un correcto procesamiento de las piezas procuradas y llevar a cabo un exhaustivo control de los demás procedimientos que se desarrollan dentro de un banco de huesos, para evitar la contaminación de los injertos. De esta manera, se disminuye notablemente el riesgo de infección posoperatoria por la contaminación del injerto y también la eventual aparición de otras complicaciones relacionadas con la calidad del aloinjerto estructural.

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

ORCID de J. M. Varaona: <https://orcid.org/0000-0003-3540-4809>

ORCID de M. Basso: <https://orcid.org/0000-0001-9649-9704>

BIBLIOGRAFÍA

1. Sims L, Kulyk P, Woo A. Intraoperative culture positive allograft bone and subsequent postoperative infections: a retrospective review. *Can J Surg* 2017;60(2):94-100. <https://doi.org/10.1503/cjs.008016>
2. Zamborsky R, Svec A, Bohac M, Kilian M, Kokavec M. Infection in bone allograft transplants. *Exp Clin Transplant* 2016;14(5):484-90. PMID: 27733106
3. Rogers BA, Sternheim A, De Iorio M, Backstein D, Safir O, Gross AE. Proximal femoral allograft in revision hip surgery with severe femoral bone loss: a systematic review and metaanalysis. *J Arthroplasty* 2012;27(6): 829-36. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2011.10.014>
4. Aponte-Tinao LA, Ritacco LE, Albergo JI, Ayerza MA, Muscolo DL, Farfalli GL. The principles and applications of fresh frozen allografts to bone and joint reconstruction. *Orthop Clin North Am* 2014;45(2):257-69. <https://doi.org/10.1016/j.jocl.2013.12.008>
5. Lemos Azi M, Aprato A, Santi I, Kfuri M Jr, Masse A, Joeris A. Autologous bone graft in the treatment of post-traumatic bone defects: a systematic review and meta-analysis. *BMC Musculoskelet Disord* 2016;17(1):465. <https://doi.org/10.1186/s12891-016-1312-4>
6. Mikhael MM, Huddleston PM, Nassr A. Postoperative culture positive surgical site infections after the use of irradiated allograft, nonirradiated allograft, or autograft for spinal fusion. *Spine* 2009;34(22):2466-8. <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e3181b1fef5>

7. Varaona JM. Banco de Tejido Óseo: Pautas para un funcionamiento eficiente y seguro. Tesis de Doctorado en Medicina. Universidad de Buenos Aires, Facultad de Medicina, 2006.
8. Chapman PG, Villar RN. The bacteriology of bone allografts. *J Bone Joint Surg* 1992;74(3):398-9. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.74B3.1587886>
9. Escribano Rey RJ, Vázquez García BL. Contamination of tissue allografts from a deceased donor through haematic dissemination: a case study. *Cell Tissue Bank* 2010;11(3):295-8. <https://doi.org/10.1007/s10561-009-9153-0>
10. Veen MR, Bloem RM, Petit PLC. Sensitivity and negative predictive value of swap cultures in musculoskeletal allograft procurement. *Clin Orthop Relat Res* 1994;300:259-63. PMID: 8131346
11. Barrios RH Leyes M, Amillo S, Oteiza C. Bacterial contamination of allografts. *Acta Orthop Belg* 1994;60(2):152-4. PMID: 8053313
12. James LA, Ibrahim T, Esler CN. Microbiological culture results for the femoral head. Are they important to the donor? *J Bone Joint Surg Br* 2004;86(6):797-800. <https://doi.org/10.1302/0301-620x.86b6.14783>
13. Tomford WW. Transmission of disease through transplantation of musculoskeletal allografts. *J Bone Joint Surg Am* 1995;77(11):1742-4. <https://doi.org/10.2106/00004623-199511000-00017>
14. Schrott HE, Regel G, Kieseewetter B, Tscherne H. [HIV infection caused by cold preserved bone transplants]. *Unfallchirurg* 1996;99(9):679-84. [En alemán] <https://doi.org/10.1007/s001130050042>
15. Aponte-Tinao LA, Ayerza MA, Muscolo DL, Farfalli GL. What are the risk factors and management options for infection after reconstruction with massive bone allografts? *Clin Orthop Relat Res* 2016;474(3):669-73. <https://doi.org/10.1007/s11999-015-4353-3>
16. Mankin HJ, Hornicek FJ, Raskin KA. Infection in massive bone allografts. *Clin Orthop Relat Res* 2005;(432):210-6. <https://doi.org/10.1097/01.blo.0000150371.77314.52>
17. Dion N, Sim FH. The use of allografts in orthopaedic surgery. Part I: the use of allografts in musculoskeletal oncology. *J Bone Joint Surg Am* 2002;84:644-54. Disponible en: <https://www.proquest.com/openview/f0b36838f75fd8144404891634c121d7/1?pq-origsite=gscholar&cbl=289>
18. Enneking WF, Mindel ER. Observations on massive retrieved human allografts. *J Bone Joint Surg Am* 1991;73(8):123-34. PMID: 1890115
19. Frisoni T, Cevolani L, Giorgini A, Dozza B, Donati DM. Factors affecting outcome of massive intercalary bone allografts in the treatment of tumours of the femur. *J Bone Joint Surg Br* 2012;94(6):836-41. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.94B6.28680>
20. Delloye C, van Cauter M, Dufrane D, Francq BG, Docquier PL, Cornu O. Local complications of massive bone allografts: an appraisal of their prevalence in 128 patients. *Acta Orthop Belg* 2014;80(2):196-204. PMID: 25090792
21. Aponte-Tinao L, Farfalli G, Ritacco L, Ayerza M, Muscolo L. Intercalary femur allografts are an acceptable alternative after tumor resection. *Clin Orthop Rel Res* 2012;470(3):728-34. <https://doi.org/10.1007/s11999-011-1952-5>
22. Enneking WF, Campanacci DA. Retrieved human allografts: a clinicopathological study. *J Bone Joint Surg Am* 2001;83(7):971-86. PMID: 11451965
23. Hazan EJ, Hornicek FJ, Tomford WW. The effect of adjuvant chemotherapy on osteoarticular allografts. *Clin Orthop* 2001;(385):176-81. <https://doi.org/10.1097/00003086-200104000-00027>
24. Davy DT. Biomechanical issues in bone transplantation. *Clin Orthop North Am* 1999;30(4):553-63. [https://doi.org/10.1016/s0030-5898\(05\)70108-5](https://doi.org/10.1016/s0030-5898(05)70108-5)