



# **UTILIZACIÓN DE AUTOINJERTO DE HUESO CONGELADO CON NITRÓGENO LÍQUIDO Y DE ALOINJERTO DE HUESO FRESCO EN RECONSTRUCCIONES DE MIEMBROS INFERIORES CON PATOLOGÍA ONCOLÓGICA MÚSCULO-ESQUELÉTICA**

## **Revisión bibliográfica**

Br. Bernardo Arispe  
Br. Lucía Campos  
Br. Thays Costa  
Br. Marcela La Cámara  
Br. Fernando Mozejko

Docentes responsables: Asist. de Clínica Dra. Paola Filomeno  
Asist de Clínica Dr. Nicolás Casales

INOT - Facultad de Medicina - UdelaR

Montevideo, octubre de 2016

## ÍNDICE:

RESUMEN .....	3
INTRODUCCIÓN .....	4
Historia de los tratamientos utilizados en tumores musculoesqueléticos : .....	4
Métodos reconstrucción: .....	5
<i>Reconstrucción con endoprótesis:</i> .....	5
<i>Reconstrucción con autoinjerto:</i> .....	6
<i>Reconstrucción con aloinjerto:</i> .....	7
<i>Reconstrucción combinada:</i> .....	8
Musculoskeletal Tumor Society Rating Scale (MSTS): .....	9
OBJETIVO GENERAL .....	11
RESULTADOS .....	12
Tabla 1. Características de los artículos incluidos. Reconstrucciones con Autoinjerto .....	12
Tabla 2. Características de los artículos incluidos. Reconstrucciones con Aloinjerto.....	14
Edad vs. Sexo:.....	19
Anatomía Patológica: .....	20
Localización anatómica del tumor primario:.....	20
Complicaciones según técnica de reconstrucción: .....	21
Score Musculoskeletal Tumor Society:.....	21
CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS .....	23
REFERENCIAS.....	24
AGRADECIMIENTOS .....	27
ANEXO .....	28
Tabla 1: Características individuales de los pacientes sometidos a la técnica de autoinjerto con nitrógeno líquido. ....	28
Tabla 2: Características individuales de los pacientes sometidos a la técnica de aloinjerto fresco .....	32
Tabla 3: Características de los pacientes sometidos a ambas técnicas de injerto sin datos individualizables.....	38

## RESUMEN

El principal objetivo del tratamiento quirúrgico con criterios curativos de pacientes con patología oncológica musculoesquelética, consiste en la conservación del miembro afectado con la finalidad de preservar la funcionalidad, contribuyendo al soporte emocional y estético sin comprometer el pronóstico vital. Para cumplir con dicho objetivo existen diversas técnicas de reconstrucción entre las que se encuentran las reconstrucciones biológicas con utilización de hueso. El objetivo general del presente trabajo fue revisar en la literatura los resultados de la utilización de autoinjerto de hueso congelado en nitrógeno líquido y aloinjerto de hueso fresco de donante cadavérico, en reconstrucciones de miembros inferiores de pacientes con patología oncológica músculo-esquelética. Se realizó una revisión de la bibliografía al respecto, obteniéndose de la búsqueda un total de 26 artículos que cumplieran los criterios de inclusión definidos para este trabajo. Los resultados obtenidos se desprenden del análisis descriptivo de los datos. Se evaluaron datos demográficos, parámetros de funcionalidad postoperatoria mediante el score de la MSTS y complicaciones en ambas técnicas de reconstrucción. Los resultados funcionales para la técnica de autoinjerto fueron mayormente excelentes (71,7%) mientras que en la de aloinjerto esta categoría fue menor (36%). Las complicaciones globales en autoinjerto fueron de 32% (predominando infección y recidiva) y en aloinjerto de 52,9% (destacando no unión y fracturas). Si bien ambos métodos de reconstrucción son válidos se concluye que el método de autoinjerto congelado en nitrógeno líquido presenta menor proporción de complicaciones globales así como mejores resultados funcionales.

**PALABRAS CLAVES:** Oncología ortopédica, Sarcomas musculoesqueléticos, Reconstrucción de miembros inferiores, Aloinjerto hueso fresco, Autoinjerto hueso congelado, Nitrógeno líquido

## INTRODUCCIÓN

La ortopedia oncológica es una subespecialidad de la traumatología que se encarga de diagnosticar, tratar y realizar el seguimiento de los pacientes que presenten tumores musculoesqueléticos y de partes blandas. Uno de sus principales objetivos en los casos de tratamiento quirúrgico con criterios curativos, consiste en la conservación del miembro afectado con la finalidad de preservar la funcionalidad, contribuyendo al soporte emocional y estético.(1)

Los tumores musculoesqueléticos primarios malignos (sarcomas) tiene una distribución por grupo etáreo que es bastante característica. Dentro de los más frecuentes se encuentran el osteosarcoma, el sarcoma de Ewing y el condrosarcoma.

El osteosarcoma, definido por la OMS como “tumor maligno caracterizado por la síntesis de hueso o de sustancia osteoide por las células tumorales”; es el más frecuente. Presenta un pico de incidencia entre los 10 y 20 años, observándose un ligero predominio en el sexo masculino. Su localización más frecuente es en las metáfisis de los huesos largos, sobre todo en el fémur distal.(2)

El sarcoma de Ewing es una neoplasia ósea agresiva con gran variabilidad histológica que se presenta en pacientes menores de 30 años, predominando en el sexo masculino. Aparece frecuentemente en miembros y pelvis, aunque también se puede ver en otros sectores. Representa del 6 al 10% de los tumores malignos primarios en hueso, siendo la cuarta neoplasia ósea primaria más frecuente pero ocupando el segundo lugar luego del osteosarcoma en menores de 25 años. Presenta semejanzas anatomopatológicas con linfoma, neuroblastomas metastásicos y otros indiferenciados lo cual hace difícil su diagnóstico.

El condrosarcoma configura un tercio de los tumores malignos musculoesqueléticos primitivos, siendo el segundo en frecuencia. Se observa principalmente entre los 40 y 70 años. Sus localizaciones más frecuentes son en pelvis y fémur proximal.(3) Este tipo de tumor es muy poco sensible a los tratamientos adyuvantes (radioterapia o quimioterapia).

### **Historia de los tratamientos utilizados en tumores musculoesqueléticos :**

Antiguamente el tratamiento que se realizaba en este tipo de patologías consistía en un método invasivo y radical: la amputación del miembro afectado. En la actualidad, gracias al empleo de nuevos procedimientos diagnósticos que permiten una detección precoz de esta patología y el uso de terapias adyuvantes, se ha logrado un aumento de la supervivencia global, por lo que se han desarrollado tratamientos de conservación del miembro afectado, con su posterior reconstrucción, logrando una mejoría en la funcionalidad del miembro y de la calidad

de vida del paciente. Dentro de los diferentes métodos de reconstrucción se encuentran los biológicos con utilización de injerto óseo.

El inicio del uso de injertos óseos, se remonta al año 1668, cuando Van Meekren colocó a un soldado ruso un injerto de cráneo de perro para reparar el suyo. Se obtuvieron buenos resultados pero en los años siguientes la Iglesia ordenó retirar el injerto. En 1809, Merrem realizó el primer trasplante usando autoinjerto óseo con éxito. En 1878 Macewen consigue implantar un aloinjerto con resultado satisfactorio por primera vez.(4)

Históricamente, el uso de material biológico, ajeno al cuerpo del receptor como donantes cadavéricos ha sido motivo de múltiples controversias de índole cultural y religioso. Los ejemplos más conocidos son los de algunas religiones como los Testigos de Jehová, el Islam y Judaísmo. También países orientales han manifestado rechazo por la recepción de injertos de origen cadavérico, esto implica un dilema ético a la hora de emplear un tratamiento que requiera de dicha técnica. Para sortear estas dificultades es que se ha profundizado en el uso de autoinjertos.

En Uruguay esta técnica se ha comenzado a implementar recientemente, en el mes de agosto del año 2015. Hasta el momento, seis pacientes han sido candidatos a realizarse la cirugía de reconstrucción con autoinjerto tratado con nitrógeno líquido; dentro de ellos, cuatro casos con diagnóstico de osteosarcoma, uno con sarcoma de Ewing y uno con adamantinoma.

### **Métodos reconstrucción:**

Como mencionamos previamente existen diversos métodos de reconstrucción de miembros. Estos pueden ser esquematizados en tres técnicas principales: la reconstrucción con endoprótesis, la reconstrucción biológica y la reconstrucción combinada (autoinjerto-prótesis, aloinjerto-prótesis).

Dentro de la reconstrucción biológica podemos encontrar el aloinjerto (fresco, congelado, irradiado), autoinjerto (reciclado, irradiado, pasteurizado, esterilizado en autoclave, congelado) y osteogénesis por distracción.

### **Reconstrucción con endoprótesis:**

Es uno de los métodos más utilizados para preservar el miembro afectado, pero presenta varios inconvenientes, dentro de ellos su elevado costo y su baja supervivencia a largo plazo, siendo a los cinco años de un 67 % y a los diez años de un 48%. Otras complicaciones menos frecuentes son la infección, el aflojamiento, la rotura y el desgaste. Dentro de sus ventajas se destacan la posibilidad de permitir una movilización y carga de peso casi inmediata.(5)

### Reconstrucción con autoinjerto:

Este tipo de tratamiento consiste en extraer la porción afectada por el tumor, realizarle un tratamiento de esterilización, utilizando diversas técnicas (congelamiento con nitrógeno líquido, irradiación, pasteurización y autoclave), y luego volver a insertarlo en la zona en la que estaba.

Dentro de sus principales ventajas se encuentran la disponibilidad, ya que no requiere de banco óseo, la medida exacta de la pieza a utilizar, ya que se inserta lo mismo que se extrajo y la falta de conflicto inmunológico al ser el paciente su propio donante lo que aleja el rechazo del injerto. En cuanto a las desventajas de este método mencionaremos la existencia de un riesgo mínimo de transmisión de enfermedades, el riesgo aumentado de fractura, y de no consolidación o pseudoartrosis. También pueden presentarse infecciones, sobre todo por el manejo que se realiza con la pieza y el método de esterilización que se utilice para tratar el tumor. Otra desventaja es el no poder realizar un análisis histológico completo de la pieza que se extrajo, así como tampoco de sus complicaciones, entre ellas los cambios degenerativos en el cartílago articular.

Este método presenta limitaciones, no pudiendo utilizarse en presencia de lesiones extensamente líticas o con compromiso de la articulación.(6)

El uso de los métodos de esterilización mediante irradiación, pasteurización y autoclave demostraron una disminución en la osteoinducción, mayor debilidad ósea, y a su vez conllevan más costos por necesitar de un equipo especializado.(7)

La utilización de nitrógeno líquido a  $-196^{\circ}\text{C}$  tiene como funcionalidad la criogénesis célula-tumoral, produciendo cristales intracelulares y la deshidratación. Este proceso lleva a la destrucción de las células tumorales.

El procedimiento de ésta técnica, se realiza mediante extirpación del tumor en bloque junto con la eliminación del tejido blando circundante. Luego el segmento que se extrajo es congelado en nitrógeno líquido durante veinte minutos, a la temperatura mencionada previamente. El paso siguiente consiste en el descongelamiento de la muestra extraída, el cual se realiza en dos tiempos; en los primeros quince minutos se deja a temperatura ambiente (idealmente  $26^{\circ}\text{C}$ ) seguido de diez minutos en agua destilada. En el momento de la reinsertación del segmento extraído, se pueden utilizar diferentes tipos de osteosíntesis: placas, cemento, sustitución protésica, injerto óseo o clavos intramedulares, con el fin de mejorar la mecánica de apoyo y la funcionalidad.

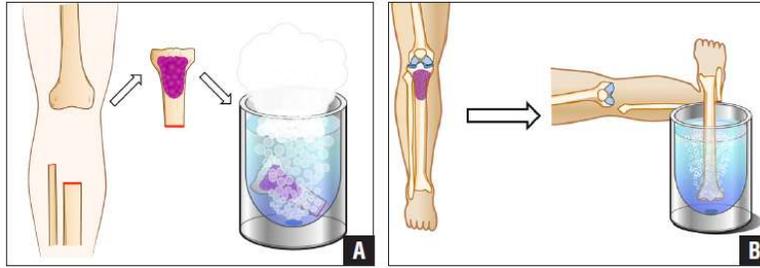


Fig 1. (A) Proceso de autoinjerto libre congelado. (B) Proceso de autoinjerto pediculado congelado (Extraído de “Frozen Autograft-Prosthesis Composite Reconstruction in Malignant Bone Tumors” Subhadrabandhu, S. et al.)(5)

Reconstrucción con aloinjerto:

Consiste en la reconstrucción del miembro afectado por un tumor, utilizando material proveniente de un donante cadavérico de la misma especie, que se encuentra almacenado en un banco óseo. El aloinjerto posee ciertas características que lo transforman en un método útil y adecuado para la sustitución del hueso sano, estas son la capacidad de osteoinducción y osteoconducción, es decir que estimula la diferenciación de células mesenquimáticas en células productoras de hueso y sirve como estructura para el crecimiento de nuevo hueso.(8)

Una de las ventajas principales del aloinjerto es su buena disponibilidad, ya que existen bancos de tejido óseo, permitiendo, además la selección del aloinjerto más adecuado para el paciente, ya sea por su forma o tamaño y también se puede recortar en el momento del trasplante para que se adapte mejor a la persona. Otra de las ventajas se encuentran es la mayor resistencia que los otros métodos, logrando dar una estabilidad superior la cual brinda una buena movilidad en las articulaciones adyacentes y también se puede realizar la inserción de tendones y tejidos del receptor.(2)

Como desventajas se han demostrado altas tasas de no unión que conllevan un riesgo aumentado de pseudoartrosis, complicaciones en la elasticidad o resistencia por la mala unión entre la prótesis y el tejido del receptor. A su vez se han registrado fracturas e infecciones que causan falla del tratamiento.(9) Puede haber también transmisión de enfermedades, ya que el donante es una persona distinta al receptor.(2)

Existen diversos tipos de aloinjertos, que poseen características peculiares; entre ellos se destacan **aloinjerto irradiado** que presenta como ventajas una menor tasa de transmisión de enfermedades infecciosas, pero existe riesgo aumentado de complicaciones mecánicas; **aloinjerto criopreservado**, es el más utilizado ya que no se ven modificadas las propiedades mecánicas del injerto y disminuye la capacidad antigénica del mismo, aunque las posibilidades de contaminación y transmisión de enfermedades es alta; **aloinjertos liofilizados**, en el cual el hueso es tratado mediante un proceso de deshidratación por enfriamiento en vacío o en un gas inerte,

presentando como desventajas principales el tratarse de un procedimiento de alto costo y poseer una menor resistencia mecánica.(1) (10)

En algunos países asiáticos, como por ejemplo Japón, ciertas cuestiones socio-culturales, impiden la utilización de aloinjerto de donante cadavérico; por lo que en estos casos resulta verdaderamente útil el empleo de técnicas de autoinjerto.(11)

#### Reconstrucción combinada:

Este tipo de método es utilizado en caso de que la articulación esté comprometida, también se usa para evitar la reintervención , sobre todo en aquellos casos más complejos, que se prefiere no volver a intervenir esa zona, ya sea por las comorbilidades, o por otras causas. Además presenta la ventaja de preservación de la zona de crecimiento óseo en pacientes que se encuentran en etapa de desarrollo.(12) Utilizando éste método se evita el deterioro de las articulaciones que se puede observar cuando se realiza la reconstrucción sólo con injerto.

Se han reportado diversas complicaciones con la utilización de esta técnica, como pueden ser la falta de unión y fractura del injerto.(13) Algunas otras desventajas que presenta son las infecciones y el aflojamiento de la prótesis.

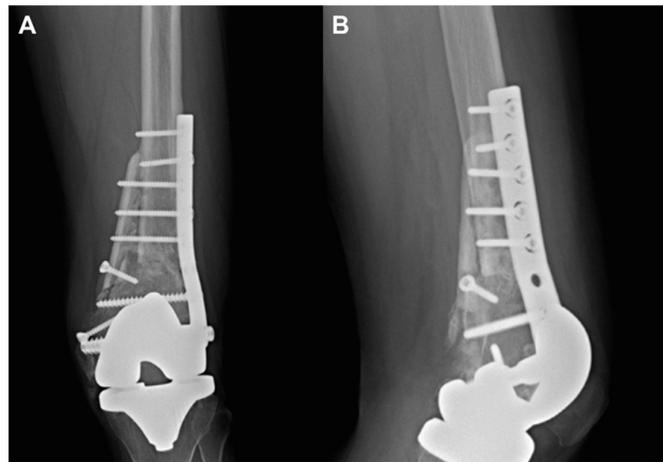


Fig 3. Radiografía de rodilla anteroposterior (A) y lateral (B) que muestra la cicatrización temprana luego de reconstrucción con aloinjerto-prótesis total. (Extraído de “Modified technique using allograft-prosthetic composite in the distal femur after bone tumor resection” Mo, S. et al.)(13)

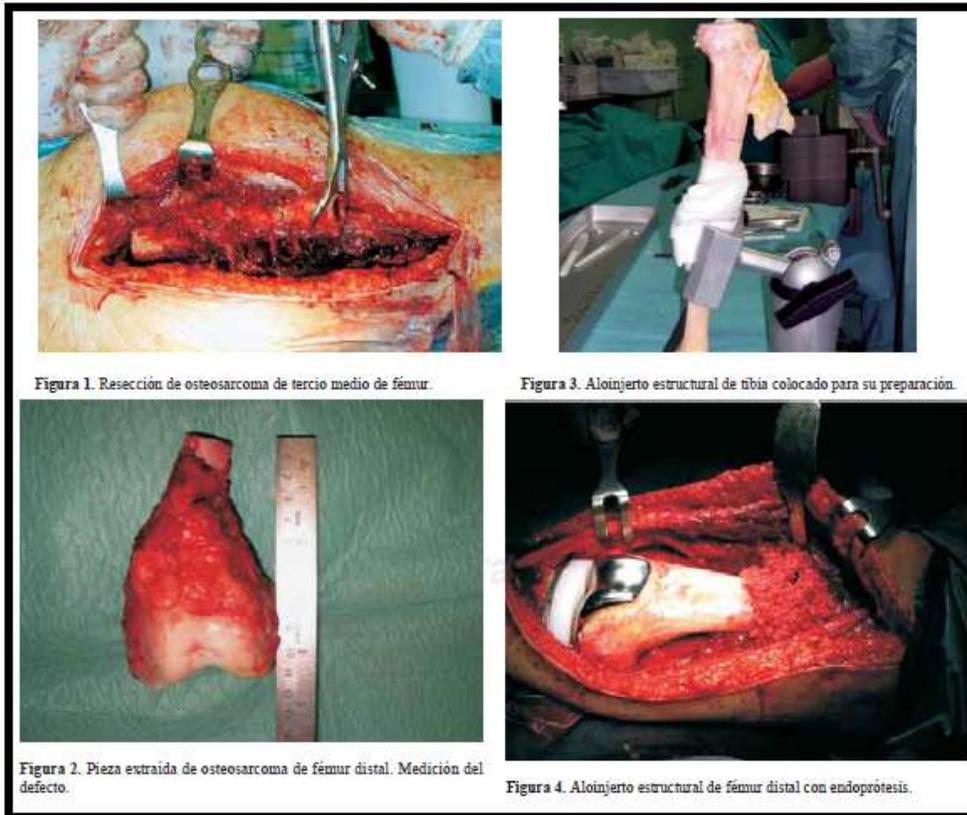


Fig 2. Aloinjerto. (Extraído de “Funcionalidad y osteointegración de los aloinjertos óseos en osteosarcomas de huesos largos” López-Martínez JJ. et al.)(8)

**Musculoskeletal Tumor Society Rating Scale (MSTS):**

Una herramienta útil y estandarizada para el análisis de los resultados funcionales en los tratamientos de reconstrucción biológica en ortopedia es el score funcional que propone la Musculoskeletal Tumor Society (MSTS). Fue descrito originalmente por Enneking en 1987 y modificada posteriormente por el mismo en 1993.

Éste se aplica de forma diferenciada para miembros superiores e inferiores. En este trabajo sólo nos enfocaremos en la aplicación del score en miembros inferiores.

Se evalúan cinco aspectos: dolor, funcionalidad, aceptación emocional, necesidad de auxiliares de marcha, capacidad para caminar y dificultades en el modo de andar. Cada factor es puntuado de 0 (peor estado de funcionalidad) a 5 (mejor estado de funcionalidad) y el resultado final se expresa como una proporción sobre el mejor estado posible (100%). Los términos descriptivos que se utilizan son “excelente”, “bueno”, “justo” y “pobre”, no estando estos asociados a un rango numérico específico.(14) Una vez evaluados se suman los puntajes y se

analizan. Los puntajes más bajos representan mayor dificultad funcional o de adaptación, así como disconfort estético y/o emocional. Los puntajes más altos reflejan mejor tolerancia del paciente al injerto.

Este sistema fue desarrollado en principio para su aplicación en las extremidades libres de procedimientos, pero puede ser utilizado para evaluar la función del miembro luego de una amputación y la reconstrucción con prótesis. (14)

SCORE	PAIN	FUNCTION	EMOTIONAL	SUPPORTS	WALKING	GAIT	Final Patient Score of FUNCTIONAL EVALUATION
5	No pain	No restriction	Enthusied	None	Unlimited	Normal	
4	Intermediate	Intermediate	Intermediate	Intermediate	Intermediate	Intermediate	
3	Modest/Non-disabling	Recreational restriction	Satisfied	Brace	Limited	Minor cosmetic	
2	Intermediate	Intermediate	Intermediate	Intermediate	Intermediate	Intermediate	
1	Moderate/Disabling	Partial restriction	Accepts	One cane or crutch	Inside only	Major cosmetic	
0	Severe disabling	Total restriction	Dislikes	Two canes or crutches	Not independent	Major handicap	
Patient score							

Fig 4. Musculoskeletal Tumor Society Rating Scale (MSTS) (Extraído de: The foot and ankle online journal.)(15)

## **OBJETIVO GENERAL**

El objetivo general de nuestro trabajo fue revisar en la literatura los resultados de la utilización de aloinjerto de hueso fresco y autoinjerto de hueso congelado con nitrógeno líquido, en reconstrucciones de miembros inferiores de pacientes con patología oncológica músculo-esquelética. Para cumplir con el mismo se pautó extraer de cada trabajo seleccionado los datos demográficos, diagnóstico principal y localización, la funcionalidad postoperatoria del miembro afecto (score MSTS), las complicaciones más frecuentes (infección, no unión, recidiva y fractura), tiempo de seguimiento y estatus del paciente al finalizar el estudio.

## RESULTADOS

Tras aplicar los criterios de inclusión y exclusión establecidos, se realizó la revisión de 26 artículos que incluyen el uso de auto o aloinjerto como técnica de reconstrucción biológica en MMII con patología oncológica musculoesquelética. De estos, 10 artículos utilizan la técnica de autoinjerto congelado con nitrógeno líquido (Tabla 1) y 16 el aloinjerto fresco (Tabla 2). Se revisaron un total de 696 pacientes, en 131 se utilizó el autoinjerto con nitrógeno líquido y en 565 el aloinjerto fresco de donante cadavérico.

**Tabla 1. Características de los artículos incluidos. Reconstrucciones con Autoinjerto**

<u>Autor et al (año), Revista, País, Tipo de estudio, Nivel de evidencia</u>	<u>Grupo de pacientes</u>	<u>Objetivo</u>	<u>Resultados principales</u>	<u>Comentarios</u>
Jing Li, et. al. (2016), Journal of Plastic, Reconstructive and Aesthetic Surgery, Ensayo clínico, NE: IV	8 pacientes (5 mujeres y 3 hombres): 4 OS clásico, 1 OS parostal, 1 OS perióstico, 1 SE, 1 CS Media de seguimiento 48.7 meses. Media de edad: 15.8 años	Determinar si los resultados de autoinjerto congelado de fémur con peroné vascularizado son comparables a otras opciones reconstructivas en términos de resultados funcionales y complicaciones	Resultados oncológicos: 5 pacientes libres de enfermedad, 1 paciente sin evidencia de enfermedad, 1 paciente vivo con la enfermedad y 1 murió de la enfermedad. Tiempo medio de unión 7.9 meses. 2 complicaciones: 1 recidiva local y 1 fractura.	El colgajo de peroné vascularizado combinado con autoinjerto congelado es una opción fiable y duradera para la reconstrucción de grandes defectos óseos después de la resección de un osteosarcoma de fémur.
Mohamed Abdel Rahman Mostafa , et al. ( 2016). Current Orthopaedic Practice, Egipto. Estudio retrospectivo de serie de casos.NE: ND	15 pacientes con TOP de MMII y los 15 OS. Edad promedio: 20.6 años. Seguimiento promedio:66.5 meses.	Evaluar los resultados oncológicos y funcionales usando autoinjerto congelado junto con prótesis.	El score MSTS fue aplicable a 13 pacientes que sobrevivieron. Fue de 73%. Complicaciones: 1 fallo del implante, 1 infección.  Tiempo de supervivencia del implante a 10 años fue de 93.8%	El uso de autoinjertos elimina las desventajas observadas con otras técnicas y a su vez presenta supervivencia similar con las mismas.
Saran Subhadrabandhu et al (2015), Orthopedics, Japón, estudio retrospectivo serie de casos, NE: IV	22 pacientes con TO malignos (20 MMII): 19 TOP (16OS, 3 CS) y 3 MO 11 injertos libres y 11 pediculados Edad promedio: 36 años Seguimiento promedio: 63 meses	Determinar los resultados clínicos y funcionales de la reconstrucción utilizando la técnica compuesta de autoinjerto congelado y prótesis..	Media de puntuación del score MSTS: 89.3% Tasa de supervivencia de 94.1% a los 5 y 10 años. Alta tasa de unión (90%). tiempo medio de unión 9.5 meses., Baja tasa de complicaciones: 1 fractura, 2 infecciones, 3 recurrencias en PB.	La reconstrucción compuesta autoinjerto congelado - prótesis logró un resultado clínico excelente.
Permsak Paholpak, et al. (2015), Asia pacific Journal of Clinical Oncology , Tailandia, estudio descriptivo retrospectivo. NE: ND	12 pacientes con TOP ( 9 MMII) 8 OS, 2 SE, 1 RMSE , 1 AM. Edad promedio: 21 años.	Evaluar los resultados de TOP musculoesqueléticos, tratados con resección amplia y reconstrucción	MSTS global : 79.2%. Funcionalidad: 58% excelente, 25% bueno, moderado 17%. Tasa de consolidación: 100%	Tiene resultados clínicos favorables, en cuanto a lo funcional y la recurrencia local.

	Seguimiento promedio: 32 meses.	mediante autoinjerto tratado con NL.	Complicaciones: 3 infecciones, 1 recurrencia local, 1 fractura, 1 lisis de injerto. Sobrevida del injerto a 10 años: 50-76%	
Ahmed Hamed Kassem Abdelaal et al (2015), Sarcoma, Japón y Egipto, estudio retrospectivo serie de casos, NE: IV	18 pacientes TOP malignos de MMII. 16 OS, 1 SE, 1 SI 11 injertos libres 7 injertos pediculados Edad promedio: 12 años Seguimiento promedio: 73 meses	Determinar los resultados clínicos y funcionales de la reconstrucción biológica utilizando autoinjertos congelados en NL con conservación de epífisis	Funcionalidad 94,4% excelente 5,6% pobre. Tasa de consolidación 88.8%. Baja tasa de complicaciones. Sobrevida del injerto a 10 años 94.4%	Método fácil, efectivo, biológico y menos costoso que otras alternativas. Indicado en pacientes sin compromiso articular o de hueso subcondral
K. Igarashi et al (2014), The Bone & Joint Journal, Japón, estudio retrospectivo serie de casos, NE: IV	36 pacientes con TO malignos (23 MMII) 29 TOP (14 OS, 2 CS, 2 HFM, 1 LMS, 1 DO) 7 MO. Edad promedio: 39 años. Seguimiento promedio: 101 meses.	Reportar a largo plazo el manejo de tumores óseos y de partes blandas malignos con nitrógeno líquido.	Funcionalidad, excelente en 72.2%, buena en 19.4%, justa en 8.3%. Complicaciones en 39%, infección en 11.1%, fractura en 7%, recurrencia local en 11.1%. Consolidación en 6.2 meses en 26 pacientes, no unión en 6 pacientes. Sobrevida del injerto a los 5 años es de 86.1% y a los 10 años es de 80.6%.	Autoinjertos congelados se preservan por un tiempo prolongado y una buena recuperación de la extremidad en pacientes con sarcomas de partes blandas y óseos.
Shingo Shimozaki, et al. (2014), Journal of Orthopedics Science, Japón, Estudio retrospectivo, NE: IV	20 pacientes: 15 con TOP y PB y 5 con MO.. Se utilizaron dos técnicas: Pedículo congelado (FPF) y Autoinjerto congelado (FFP).  Media de seguimiento: 56.4 meses.	Comparar el resultado de las dos técnicas utilizadas (FPF y FFP), mediante los siguientes parámetros: Tasa de unión, período de unión, complicaciones postoperatorias (Infecciones, fracturas, destrucción articular)	Tasa final de unión ósea: 84.6% en grupo FFP Y 100% en grupo PFP. Tiempo medio de unión 9.8 meses en grupo FFP y 4.8 meses en grupo PFP- Complicaciones postop (Fractura: 2 PFP; Infección: 3 FFP; Destrucción articular 2 FFP)	Período de unión y tasa de complicaciones postoperatorias fue menor en el grupo de PFP.
Wei-Ming Chen et al. (2012), Journal of Surgical Oncology, China, análisis de casos clínicos, NE: IV	6 pacientes con TOP en MMII, todos OS.	Demostrar que un margen libre de 1 cm es igualmente seguro que que 2-3 cm con menos complicaciones.	Al finalizar el seguimiento de los pacientes no se constataron recidivas, el score funcional fue excelente en todos los pacientes y no hubo fallas mecánicas ni infecciones.	
Tsuchiya Hiroyuki et al (2010), Journal of Orthopaedic Science. Japón, estudio retrospectivo serie de casos, NE: IV	33 pacientes con TO malignos (29 MMII): 31 TOP (17 OS, 2 SE, 2 CS, 1 SPI) y 11 MO Todos pediculados: 13 con 1 osteotomía, 20 sin osteotomía pero con luxación articular Edad promedio: 39 años	Determinar los resultados clínicos y funcionales de la reconstrucción biológica utilizando autoinjertos pediculados congelados en NL.	Función en el postoperatorio: 75% excelente, 15% buena, 9% regular. Complicaciones en 12 pacientes: 4 infecciones profundas, 3 fracturas, 3 recurrencias en PB, 2 no uniones, 1 colapso.	Es una técnica quirúrgica nueva, simple y efectiva para la reconstrucción biológica que viene mostrando buenos resultados.

	Seguimiento promedio: 30 meses			Los injertos pediculados tienen ciertas ventajas y desventajas
M. A. Rahman et. al. (2009), International Orthopaedics (SICOT), Egipto, Estudio Prospectivo, NE: IV	10 pacientes con OS de alto grado (Estadio II B) en tibia o fémur. 6 OS Convencional, 4 OS superficial con extensión intramedular confirmado por RNM. Edad promedio: 21 años Seguimiento promedio: 54 meses	Evaluar efectividad de reconstrucción por autoinjerto después del tratamiento con NL en pacientes con OS.	Puntuación funcional media de 82,4%. Se logró la unión del autoinjerto en un plazo medio de 6 a 10 meses.	La eficacia de esta técnica de reconstrucción en pacientes seleccionados es comparable a otras técnicas de reconstrucción biológica pero con la ventaja de ser simple, barata y duradera.

**Abreviaturas utilizadas:**

TOP: Tumor óseo primario, MO: Metástasis ósea, NL: Nitrógeno líquido, MMII: Miembros inferiores, MMSS: Miembros superiores, F: Femenino, M: Masculino, FR: Factor de riesgo, NE: Nivel de evidencia, ND: No hay datos, PB: Partes blandas, OS: Osteosarcoma, CS: Condrosarcoma, SE: Sarcoma de Ewing, AM: Adamantinoma, HFM: Histiocitoma fibroso maligno, RMSE: Rabdomiosarcoma embrionario, DO: Displasia osteofibrosa, LMS: Leiomiomasarcoma, SPL: Sarcoma Pleomórfico, TCG: Tumor de células gigantes, PC: Plasmocitoma, HG: Hemangioma, HE: Hemangioendotelioma, SCF: Sarcoma de células fusiformes, SA: Sarcoma alveolar, FS: Fibrosarcoma, LS: Liposarcoma.

**Tabla 2. Características de los artículos incluidos. Reconstrucciones con Aloinjerto**

<u>Autor et al (año), Revista, País, Tipo de estudio, Nivel de evidencia</u>	<u>Grupo de pacientes</u>	<u>Objetivo</u>	<u>Resultados principales</u>	<u>Comentarios</u>
Lozano-Calderón SA et al (2016), Journal of Surgical Oncology, EEUU, estudio clínico pronóstico, NE: IV	32 pacientes con TOP de tibia proximal. 24 OS, 9 SE.	Evaluar las complicaciones de partes blandas ligados a esta técnica y sus predictores.	Las complicaciones de tejidos blandos fueron del 48% (16/33).	No se pudieron identificar predictores claros de complicaciones.
Han, G et. al (2015), International Journal of Surgery, China, Revisión retrospectiva, NE: ND	15 pacientes con OS en MMII (2 con metástasis)	Reconstrucción de los defectos en el hueso después de la resección del tumor usando aloinjertos.	73% de sobrevida libre de enfermedad a los 5 años. Complicaciones: Recurrencia en 13% Fractura del injerto en 13%  No se registraron infecciones ni rechazo del injerto.	Este método de reconstrucción mostró niveles aceptables de función, y resulta una técnica segura con un material efectivo para tratar este tipo de pacientes. La muestra no es tan grande para obtener resultados sólidos.
Mo S et al (2012), Journal of Surgical Research, China, estudio retrospectivo de casos clínicos, NE: IV	12 pacientes con TOP de fémur distal. 5 OS, 3 CS, 3 TCG, 1 HFG.	Analizar el resultado de la técnica modificada de aloinjerto compuesta con prótesis.	1 paciente murió de metástasis pulmonar. 7 pacientes se recuperaron sin complicaciones.	Concluyen que esta es una técnica adecuada cuando el capital óseo del paciente

			Los restantes cuatro pacientes sufrieron complicaciones como fractura, infección, inestabilidad y recurrencia local.	no es adecuado minimizando riesgos.
Luis A. Aponte-Tinao, et al. (2015), Clinical Orthopaedic and Related Research, Argentina, Estudio retrospectivo, NE: III	673 pacientes tratados con aloinjerto masivo: 272 osteoarticular, 246 intercalar, 155 aloinjerto-prótesis compuesto. 79 reconstrucciones en MMSS 594 reconstrucciones en MMII (408 fémur, 186 tibia)	Analizar la frecuencia de infección en un grupo de pacientes tratados con aloinjerto óseo masivo. Analizar FR (edad, sexo, hueso afectado, tipo de reconstrucción, sitio operativo utilizado, revisión primaria o secundaria del procedimiento, duración del tratamiento antibiótico postoperatorio y uso de QT) Determinar la probabilidad de que el tratamiento de un aloinjerto infectado resultara en una reconstrucción con éxito.	Frecuencia de infección bacteriana: 9%. FR encontrados: -Aloinjerto de tibia -SM -Procedimientos en sala de operaciones convencional -Tratamiento antibiótico postoperatorio prolongado	Las infecciones tratadas con resección del aloinjerto, antibióticos o espaciador de cemento temporal tienen mayor tasa de reinfección que si se utiliza un segundo aloinjerto.
Albergo JI et al (2015), Association of Bone and Joint Surgeons, Argentina e Inglaterra, estudio terapéutico, NE III	133 pacientes con TOP de tibia proximal. 81 OS, 12 CS, 9 SE, 18 TCG, 16 otros tipos tumorales.	Comparar los grupos de pacientes tratados con endoprótesis y aloinjerto.	No se hallaron diferencias en riesgo de fracturas ni amputación.	
Bus, MPA, et al. (2015), The journal of Bone and Joint Surgery, Paises Bajos. Estudio retrospectivo, NE: IV	111 pacientes: 37 AM, 18 OS parostal, 8 CS perióstico, 7 CS de grado 1 y 6 de grado 2, 6 OS convencionales, 6 OS periósticos, otros tipos. Media de edad: 28 años Duración mínima del seguimiento: 24 meses	Evaluar complicaciones mecánicas e infecciosas, resultados oncológicos, fracaso del injerto o la supervivencia	Diagnóstico predominante: AM (33%) y OS parostal (16%). Complicaciones: fracturas de hueso (18%), no unión (7%), fractura de injerto (3%)	La supervivencia del aloinjerto hemicortical es excelente. El riesgo de fracturas y complicaciones aumenta conforme con la extensión de la resección cortical.
Bus, MPA et. al, (2014), The Journal of Bone and Joint Surgery, Amsterdam, Holanda. Estudio terapéutico, NE: IV	87 pacientes con TOP malignos reconstruidos con aloinjerto intercalar. (78 en MMII). 34 OS, 17 SE, 15 AM, 11 CS.	Evaluar la incidencia y FR de falla y complicaciones, tiempo para soportar peso total y métodos de fijación óptima para aloinjertos intercalares después de la resección del tumor.	Funcionalidad: no hay datos. Complicaciones: 40% de no-uniones, 29% de fracturas, 14% de infecciones.  15% tuvieron falla relacionada al injerto	Se registraron altos porcentajes de complicaciones. No se recomienda el uso de esta técnica en pacientes añosos con defectos mayores de 15 cm.
Luis Aponte-Tinao, et al (2014), Clinical Orthopaedic and Related Research, Argentina, Ensayo clínico, NE: IV	35 pacientes con OS de rodilla (9 tibia proximal, 26 fémur distal) de alto grado. Criterios de inclusión: Pacientes con	Evaluar la supervivencia en pacientes tratados con la técnica, la recidiva local y supervivencia de la extremidad, la	Tasa de supervivencia global: 86% a los 5 y 10 años. No se observó recidiva local en la epífisis	Se removió el aloinjerto en 10 pacientes de los 19 que presentaron complicaciones.

	preservación de epífisis proximal de tibia o distal de fémur luego de la resección del tumor y con reconstrucción con intercalar con aloinjerto. Seguimiento promedio: 9 años	Incidencia de recurrencia en las epífisis restantes, la frecuencia de complicaciones ortopédicas y los resultados funcionales.	restante, pero sí en el tejido blando. Tasa de supervivencia del miembro: 97% a los 5 y años. Complicaciones (54%): recurrencia local, infección, fracturas, pseudoartrosis. Media de MSTs: 26 puntos	
K. Jamshidi et.al. (2013), Elsevier - Foot and Ankle Surgery, Iran, Serie de Casos, NE: IV	4 pacientes con TOP de MMII: 2 SE, 1 OS, 1 TCG. Edad promedio: 24,2 años Seguimiento promedio: 38 meses	Reconstrucción del peroné distal utilizando aloinjerto luego de una resección amplia de tumor.	No hubo signos de infección o problemas de cicatrización en las suturas. Lograron unión ósea en todos los casos.	Se recomienda que en los tumores benignos agresivos y malignos en peroné distal se haga resección del peroné y reconstrucción del tobillo utilizando aloinjerto osteoarticular.
J.J. López-Martínez et.al. (2012), Act Ortop Mex, México, Estudio Retrospectivo, NE: IV	15 pacientes con TOP de MMII: 7 OS convencional, 6 OS parostal, 2 OS telangiectásico. Edad promedio: 19.6 años Seguimiento promedio: 70,37 meses	Comportamiento funcional y la osteointegración a largo plazo en terapias con aloinjerto en pacientes con osteosarcoma en huesos largos.	En 10 pacientes se obtuvo un resultado excelente (línea de osteotomía no visible), 1 bueno (unión mayor de 75% con una línea de osteotomía todavía visible) y 4 malo (no evidencia de callo óseo o unión menor del 25%).	La funcionalidad y osteointegración de pacientes sometidos a cirugía conservadora mediante aloinjertos óseos es excelente en la mayoría de los casos. Considera la técnica de elección en el tratamiento de los osteosarcomas de huesos largos.
Frisoni, T et al, (2012), The Bone & Joint Journal, Bolonia, Italia, NE: ND	Se estudiaron 101 TOP en fémur (114 reconstrucciones). 62 OS, 19 SE, 3 CS, 4 SCF, 1 SA.  (25 restantes fueron fallas de reconstrucciones previas)	Identificar factores que afectan el resultado después de la reconstrucción con aloinjerto. Evaluar las complicaciones mayores de la cirugía y el impacto de las complicaciones menores.	No se exponen datos de funcionalidad. Complicaciones: 46,5% de no unión 27,2% de fracturas	El uso suplementario de injerto de peroné mejora los resultados en pacientes adultos con resecciones mayores a 17 cm. Se sugiere el uso de clavos y placas de titanio en lugar de acero. La quimioterapia postquirúrgica enlentece la unión.

Lucas López et al (2011), Asociación Argentina de Ortopedia Traumatología, Argentina, estudio retrospectivo NE: ND	78 pacientes con TOP de MMII. 5 MO. 41 OS, 15 SE, 7 CS, 4 TCG, 4 HFM, 7 otros. Edad promedio: 26 años. Seguimiento promedio: 60 meses.	Evaluar la sobrevida, las complicaciones y los resultados funcionales en un grupo de pacientes tratados con un aloinjerto intercalar de fémur.	Resultado funcional del MSTS promedio fue de 26 puntos. Una infección, una recurrencia local y 13 fracturas. La sobrevida fue de 85% a los 5 años y de 76% a los 10 años. Las uniones diafisarias mostraron mayores índices de pseudoartrosis ( 19%) que las uniones metafisarias (3%)	Consideran que los aloinjertos intercalares del fémur son una alternativa reconstructiva válida que permite conservar el miembro afectado en un alto porcentaje de los pacientes, con una función adecuada para la vida diaria.
P. H. J. Bullens et.al. (2009), International Orthopaedics, Países Bajos, NE: ND	32 pacientes con aloinjerto en fémur, tibia o húmero. 14 OS, 5 SE, 5 CS, 2 AM, 3 TCG, 1 PC, 1 HG, 1 HE. Edad promedio: 27 años Seguimiento promedio: 65 meses	Conocer la supervivencia y complicaciones de los aloinjertos masivos.	Complicaciones: 4 fracturas, 5 infección, 4 falla en la unión, 3 amputaciones. 1 paciente con endoprótesis necesitó amputación luego de un mes de la resección, otro paciente necesitó amputación luego de 5 años por una infección profunda del aloinjerto intercalado, y un tercer paciente necesitó amputación por recurrencia local del tumor. Un paciente necesitó la retirada del aloinjerto por una infección profunda, otros dos con endoprótesis también tuvieron una infección profunda que generó una fistula crónica. También se observaron dos fracturas. Tres pacientes contuvieron complicaciones infecciosas por el clavo de artrodesis.	La supervivencia de los pacientes con aloinjerto es de 80,8% luego de 5 años de la cirugía.
Donati, D et. al. (2008), The Association of Bone and Joint Surgeons, Bolonia, Italia. Estudio terapéutico,NE: IV	62 pacientes con reconstrucciones de tibia proximal con combinación aloinjerto-prótesis. 56 fueron tratados por el TOP maligno 39 OS, 7 SE, 4 SCF, 3 CS, 1 FS, 1 HFM, 1 LMS. 4 después de la falla de una reconstrucción previa.	Evaluar complicaciones y resultados funcionales de este método de reconstrucción.	Funcionalidad: Score MSTS mayor a 65 en el 90.4%. Complicaciones: 19% de infecciones 4,8% de recurrencia 3% de aflojamiento Supervivencia de 73 % a 5 años.	El método mostró un porcentaje no despreciable de complicaciones. Parece ser más efectiva la indicación de reconstrucción en pacientes jóvenes con tumores de bajo grado y sin tratamiento quirúrgico previo.
D. L. Muscolo et.al. (2008), Clin Orthop Relat Res, Argentina, Estudio Retrospectivo, NE: IV	22 pacientes con TOP de MMII: 17 OS, 5 SE Edad promedio: 7 años Seguimiento promedio: 24 meses	Resección del tumor e inserción de aloinjerto para reconstruir el hueso afectado por el tumor.	3 pacientes fallecieron de la enfermedad. 1 sufrió una amputación. Los restantes 18 conservaron la extremidad. 8	Consideraron que la reconstrucción con aloinjerto es adecuada para pacientes pediátricos.

		13 reconstrucciones fueron con aloinjerto intercalar y nueve con aloinjerto osteoarticular.	complicaciones requirieron segunda cirugía: en 4 se eliminó el aloinjerto (2 recurrencias locales, 1 fractura, 1 falta de unión).	
L. E. Ramseier (2005) et al, Society of Bone and Joint Surgery, Suiza. NE: ND	19 pacientes con TOP en MMII 2 SE, 1 AM, 16 OS. Edad promedio: 12.2 años. Tiempo seguimiento promedio: 66 meses.	Ver si los resultados son más favorables en niños y describir la experiencia con este tipo de reconstrucción.	5 pacientes fallecieron por la enfermedad. 6 pacientes sobrevivientes tuvieron buena a excelente función de la reconstrucción primaria a los 59 meses. 1 tuvo función pobre luego de 31 meses por artritis. Los restantes 7 necesitaron operaciones adicionales a los 47 meses.	Alto riesgo de falla, se necesitó más de una cirugía y las complicaciones son comunes.

**Abreviaturas utilizadas:**

TOP: Tumor óseo primario, MO: Metástasis ósea, NL: Nitrógeno líquido, MMII: Miembros inferiores, MMSS: Miembros superiores, F: Femenino, M: Masculino, FR: Factor de riesgo, NE: Nivel de evidencia, ND: No hay datos, PB: Partes blandas, OS: Osteosarcoma, CS: Condrosarcoma, SE: Sarcoma de Ewing, AM: Adamantinoma, HFM: Histiocitoma fibroso maligno, RMSE: Rbdomiosarcoma embrionario, DO: Displasia osteofibrosa, LMS: Leiomiomasarcoma, SPL: Sarcoma Pleomórfico, TCG: Tumor de células gigantes, PC: Plasmocitoma, HG: Hemangioma, HE: Hemangioendotelioma, SCF: Sarcoma de células fusiformes, SA: Sarcoma alveolar, FS: Fibrosarcoma, LS: Liposarcoma.

De los artículos analizados se extrajeron los siguientes datos de interés: sexo, edad, complicaciones más frecuentes (infección, recidiva, fractura, no unión), score de funcionalidad MSTS, tipo de tumor óseo, localización, tiempo de seguimiento y estado del paciente al final del estudio (Anexo: Tablas 1 y 2). Para esta recolección, los artículos que contaban con tabla demográfica facilitaron en gran parte el trabajo. En diversos artículos esta tabla no se presentaba y luego de un análisis detallado, logramos extraer del texto gran parte de la información que requeríamos para nuestros objetivos (Anexo: Tabla 3). En esta instancia se presentaron ciertas dificultades para obtener algunos datos, sobre todo en las variables edad y sexo que sólo informan un promedio general de la población y no distribuido por rango de edades.

El tiempo medio de seguimiento fue de 54,7 meses para el grupo tratado con autoinjerto congelado con nitrógeno líquido y de 74 meses para el grupo tratado con aloinjerto fresco.

Debido a que el número de pacientes obtenidos en cada grupo fue significativamente diferente, decidimos realizar las gráficas en frecuencia relativa con el fin de que las poblaciones sean comparables. Este desbalance que se presentó, probablemente se deba a que la técnica de autoinjerto con nitrógeno líquido se comenzó a implementar hace relativamente poco tiempo, a

diferencia de lo que pasa con aloinjerto de donante cadavérico que lleva muchos años en la práctica quirúrgica.

### Edad vs. Sexo:

Analizando la variable sexo de los pacientes sometidos a la técnica de reconstrucción mediante autoinjerto congelado con nitrógeno líquido se puede observar una distribución comparable entre ambos, con un discreto predominio en el sexo masculino. Respecto a las edades, se observa de la misma manera una distribución similar, con una mayor concentración de pacientes menores de 30 años (Figura 5).

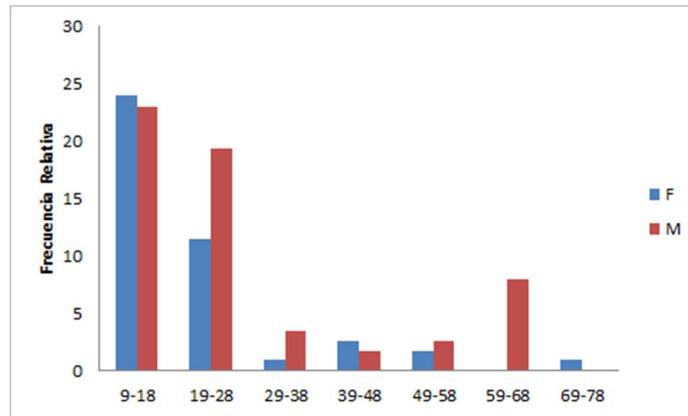


Fig. 5. Edad y sexo de los pacientes sometidos a autoinjerto con nitrógeno líquido.

De igual manera, observando los pacientes sometidos a reconstrucción con aloinjerto fresco, presentan una distribución similar en cuanto a sexo y edad, si bien el sexo masculino tiene una mayor cantidad de casos (Figura 6).

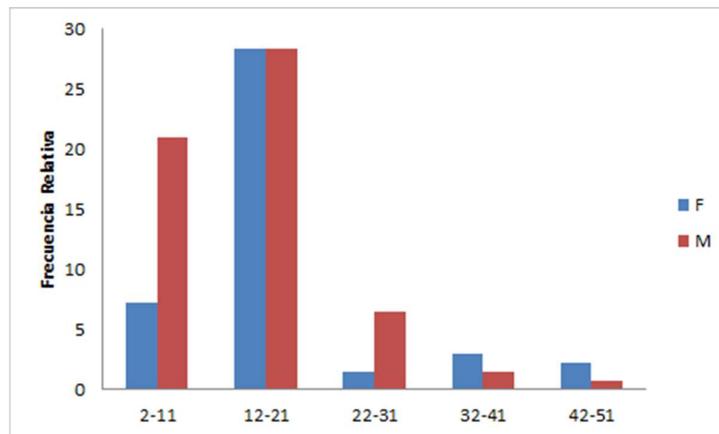


Fig. 6. Edad y sexo de los pacientes sometidos a aloinjerto fresco.

Comparando las poblaciones sometidas a ambas técnicas de reconstrucción biológica se desprende que tanto las edades como el sexo son similares, inclusive el ligero predominio de hombres en ambos grupos de pacientes (Fig. 5 y 6).

**Anatomía Patológica:**

En cuanto al diagnóstico anatomopatológico, en ambas poblaciones prevalece el osteosarcoma (autoinjerto 84%; aloinjerto 61.4%), predominando aún más en la técnica de autoinjerto congelado (Fig. 7). Luego le siguen por frecuencia otros tipos de tumores (Tablas 1 y 2; Anexo 1), el sarcoma de Ewing (autoinjerto 4.6%, aloinjerto 14%), condrosarcoma (autoinjerto 6.2%; aloinjerto 5.66%) y por último, adamantinoma (autoinjerto: no se registraron casos; aloinjerto: 3.2%).

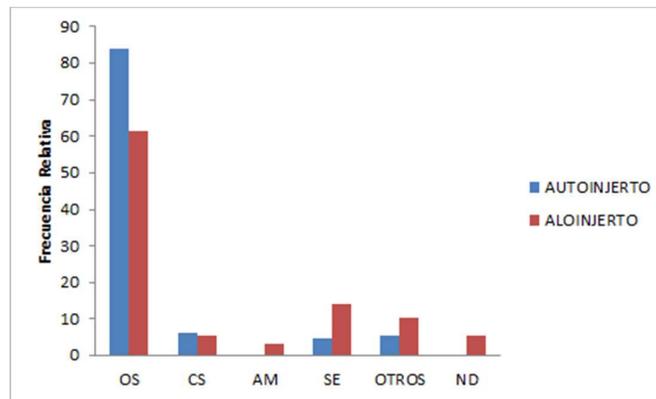


Fig.7. Diagnóstico AP en ambas poblaciones.

OS: Osteosarcoma, CS: Condrosarcoma, AM: Adamantinoma, SE: Sarcoma de Ewing, ND: No dato

**Localización anatómica del tumor primario:**

Respecto a las localizaciones más frecuentes en ambas técnicas estas fueron fémur y tibia. En autoinjerto predominó el fémur y en aloinjerto la tibia. Nótese que las demás localizaciones fueron excepcionales (Fig. 8).

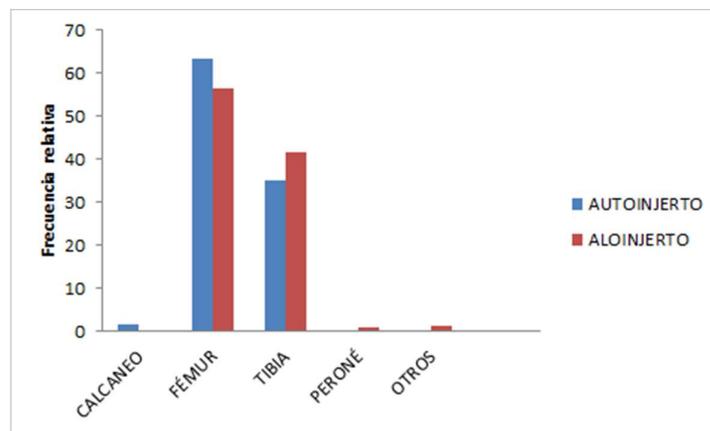


Fig. 8. Localización anatómica del tumor primario en ambas poblaciones.

Respecto a los datos analizados hasta ahora podemos observar que ambos grupos presentaron características bastante homogéneas, lo cual hace posible la comparación entre los mismos y posterior evaluación de las técnicas de reconstrucción biológica.

### **Complicaciones según técnica de reconstrucción:**

Las complicaciones analizadas fueron: la infección, no unión o pseudoartrosis, recidiva y fractura (Fig. 9). En las reconstrucciones realizadas con la técnica de aloinjerto fresco se observó en mayor frecuencia no unión (22.3%), mientras que en las realizadas con autoinjerto congelado la más prevalente fue la infección (10.7%).

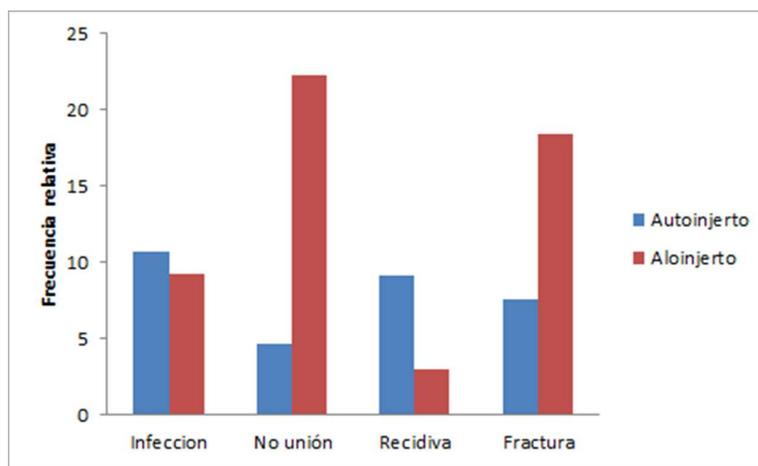


Fig. 9. Complicaciones en ambas poblaciones.

La no unión y fractura se presentaron con más frecuencia en aloinjerto, mientras que la infección y recidiva se destacaron en autoinjerto. Analizando el porcentaje de complicaciones en su conjunto, los pacientes tratados con la técnica de aloinjerto fresco presentaron cerca del doble de complicaciones comparado con el grupo de autoinjerto con nitrógeno líquido, habiéndose registrado una frecuencia de 52.9 % para el primero y de 32% para el segundo.

### **Score Musculoskeletal Tumor Society:**

Para evaluar la funcionalidad del miembro afecto se utilizó el score funcional de la Musculoskeletal Tumor Society (MSTS) desarrollado por Enneking.

Dado que, algunos artículos expresan el resultado del score utilizando términos descriptivos como “excelente”, “bueno”, “regular” y “pobre” y, estos no están asignado a rangos numéricos específicos por Enneking, decidimos tomar los valores utilizados por Mo, S et. al (13), que los divide en las siguientes categorías : pobre (<8), regular (8 a 14), bueno (15 a 22) y

excelente (23 a 30); en dichos artículos se le asignó el menor puntaje del rango al que pertenecían, tal como se detalla en el Anexo (Tablas 1 y 2).

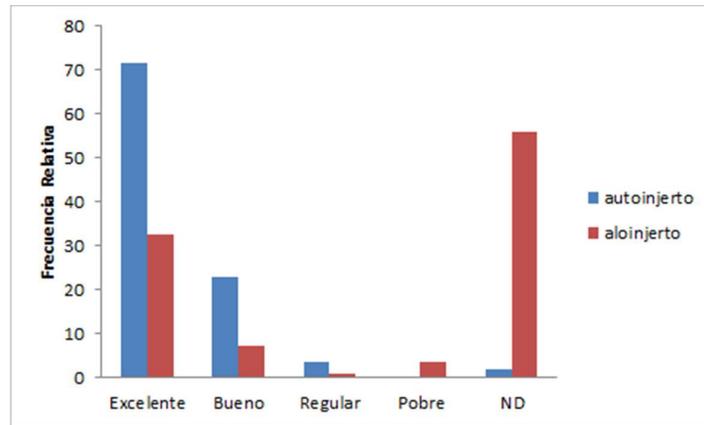


Fig. 10. Resultados funcionales en ambas poblaciones según el score MSTS

En autoinjerto es notorio el buen resultado funcional de la técnica, ya que en un porcentaje alto de pacientes (71.7%) se obtuvo un resultado del score de MSTS “excelente”, destacándose la ausencia de casos con resultado “pobre” (Fig. 10).

En cuanto a aloinjerto presentó las mismas características, con el inconveniente de que un gran porcentaje (55.8%), no tenían datos respecto a la funcionalidad, por lo que puede haber un sesgo al realizar las conclusiones de esta variable en dicho grupo de pacientes (Fig. 10).

## CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS

Luego de una extensa revisión de la literatura respecto al uso de aloinjerto de hueso fresco y autoinjerto de hueso congelado con nitrógeno líquido para reconstruir MMII de pacientes con patología oncológica musculoesquelética, se puede concluir que ambas técnicas muestran resultados muy aceptables para la población estudiada. A pesar de que el presente estudio es descriptivo, sin un análisis estadístico de los datos, se evidencia que la reconstrucción biológica de miembros inferiores utilizando la técnica de autoinjerto congelado con nitrógeno líquido es una muy buena opción para el tratamiento de tumores musculoesqueléticos primarios en pacientes menores de treinta años. La misma presentó un menor porcentaje de complicaciones comparado al aloinjerto fresco de donante cadavérico así como mayor proporción de resultados funcionales excelentes. Aunque esta afirmación puede estar sesgada por la heterogeneidad de las poblaciones estudiadas.

Aquí se cree conveniente destacar la necesidad de realizar más estudios clínicos de autoinjerto congelado con nitrógeno líquido. Esto permitiría continuar avanzando en el uso de esta técnica, que presenta ventajas como bajo costo, disponibilidad del material al no requerir de banco de hueso, no presentar conflicto inmunológico ni rechazo ya que el paciente es su propio donante, todo lo cual en medios como el nuestro, sería de gran importancia.

## REFERENCIAS

1. Vichard P, Gagneux E. Tratamiento quirúrgico de los tumores óseos. In: Encyclopédie Medico Chirurgicale. 2010. p. 14–161.
2. Millán LL, Tinao LA, Farfalli G, Ortopedia I De, Ottolenghi CE. Reconstrucción de defectos segmentarios del fémur con aloinjerto óseo intercalar. *Asoc Argent Ortop Traumatol.* 2011;76:309–15.
3. Anract P, Tomeno B, De Pinieux G. Condrosarcomas intraóseos. In: Encyclopédie Medico Chirurgicale. 2010. p. 14–169.
4. Ángel M, Jiménez C, Carlos L, Vargas O, Arenas ER. Injertos óseos. Una alternativa efectiva y actual para la reconstrucción del complejo cráneo-facial Revisión. 2007;57(29).
5. Subhadrabandhu S, Takeuchi A, Yamamoto N, Shirai T, Nishida H, Hayashi K, et al. Frozen Autograft-Prosthesis Composite Reconstruction in Malignant Bone Tumors. *Orthopedics* [Internet]. 2015;38(10):e911-8. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26488787>
6. Igarashi K, Yamamoto N, Shirai T, Hayashi K, Nishida H, Kimura H, et al. The long-term outcome following the use of frozen autograft treated with liquid nitrogen in the management of bone and soft-tissue sarcomas. *Bone Jt J.* 2014;96 B(4):555–61.
7. Singh VA, Nagalingam J, Saad M, Pailoor J. Which is the best method of sterilization of tumour bone for reimplantation? A biomechanical and histopathological study. *Biomed Eng Online.* 2010;9:48.
8. Jj L, Pp G, Ja F. Funcionalidad y osteointegración de los aloinjertos óseos en osteosarcomas de huesos largos. 2012;26(1):30–4.
9. Bus MPA, Bramer JAM, Schaap GR, Schreuder HWB, Jutte PC, van der Geest ICM, et al. Hemicortical resection and inlay allograft reconstruction for primary bone tumors: a retrospective evaluation in the Netherlands and review of the literature. *J Bone Joint Surg Am* [Internet]. 2015;97(9):738–50. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25948521>
10. Calvo R, Fiegueroa D, Díaz-Ledezma C, Vaisman A, Figueroa F. Aloinjertos óseos y la función del banco de huesos. *Rev Med Chile.* 2011;139:660–6.
11. Tsuchiya H, Wan SL, Sakayama K, Yamamoto N, Nishida H, Tomita K. Reconstruction using an autograft containing tumour treated by liquid nitrogen. *J Bone Joint Surg Br.* 2005;87(2):218–25.
12. Bullens PHJ, Minderhoud NM, De Waal Malefijt MC, Veth RPH, Buma P, Schreuder HWB. Survival of massive allografts in segmental oncological bone defect

- reconstructions. *Int Orthop*. 2009;33(3):757–60.
13. Mo S, Ding Z-Q, Kang L-Q, Zhai W-L, Liu H. Modified technique using allograft-prosthetic composite in the distal femur after bone tumor resection. *J Surg Res [Internet]*. 2013;182(1):68–74. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022480412007421>
  14. Gerrand CH, Rankin K. A system for the functional evaluation of reconstructive procedures after surgical treatment of tumors of the musculoskeletal system. *Class Pap Orthop*. 2014;489–90.
  15. Table 1 The Revised Musculoskeletal Tumor Society Rating Scale. (Upper extremity-top, Lower extremity-bottom) [Internet]. p. 1. Available from: <https://faoj.files.wordpress.com/2009/03/fosstab1.pdf>
  16. Chen WM, Wu PK, Chen CF, Chung LH, Liu CL, Chen TH. High-grade osteosarcoma treated with hemicortical resection and biological reconstruction. *J Surg Oncol*. 2012;105(8):825–9.
  17. Shimozaki S, Yamamoto N, Shirai T, Nishida H, Hayashi K, Tanzawa Y, et al. Pedicle versus free frozen autograft for reconstruction in malignant bone and soft tissue tumors of the lower extremities. *J Orthop Sci*. 2014;19(1):156–63.
  18. Paholpak P, Sirichativapee W, Wisanuyotin T, Kosuwon W, Jeeravipoolvarn P. Clinical results of primary malignant musculoskeletal tumor treated by wide resection and recycling autograft reconstruction using liquid nitrogen. *Asia Pac J Clin Oncol*. 2015;11(2):114–20.
  19. Abdel M, Mostafa R, Mashhour MA, Mohammad A, Masry E, Azmy SI. Liquid nitrogen recycled autograft prosthesis composite reconstruction for osteosarcoma around the knee: review of 15 cases. 2016;27(5).
  20. Abdel Rahman M, Bassiony A, Shalaby H. Reimplantation of the resected tumour-bearing segment after recycling using liquid nitrogen for osteosarcoma. *Int Orthop*. 2009;33(5):1365–70.
  21. Tsuchiya H, Nishida H, Srisawat P, Shirai T, Hayashi K, Takeuchi A, et al. Pedicle frozen autograft reconstruction in malignant bone tumors. *J Orthop Sci*. 2010;15(3):340–9.
  22. Li J, Zhang F, Yang M, Liu S, Wang X, Yang Q, et al. Extracorporeally frozen tumour-bearing bone combined with free vascularised fibula for the intercalary reconstruction of femoral defect after resection of bony sarcoma. *J Plast Reconstr Aesthetic Surg [Internet]*. 2016;69(6):856–63. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bjps.2016.02.018>
  23. Aponte-Tinao L, Ayerza MA, Muscolo DL, Farfalli GL. Survival, Recurrence, and Function After Epiphyseal Preservation and Allograft Reconstruction in Osteosarcoma of

- the Knee. *Clin Orthop Relat Res.* 2015;473(5):1789–96.
24. Ramseier LE, Malinin TI, Temple HT, Mnaymneh W a, Exner GU. Allograft reconstruction for bone sarcoma of the tibia in the growing child. *J Bone Joint Surg Br.* 2006;88(1):95–9.
  25. Muscolo DL, Ayerza MA, Aponte-Tinao L, Farfalli G. Allograft reconstruction after sarcoma resection in children younger than 10 years old. *Clin Orthop Relat Res.* 2008;466(8):1856–62.
  26. Jamshidi K, Mazhar FN, Masdari Z. Reconstruction of distal fibula with osteoarticular allograft after tumor resection. *Foot Ankle Surg [Internet].* 2013;19(1):31–5. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.fas.2012.09.001>
  27. Han G, Wang Y, Bi W, Jia J, Wang W, Xu M, et al. Reconstruction using massive allografts after resection of extremity osteosarcomas the study design: A retrospective cohort study. *Int J Surg [Internet].* 2015;21:108–11. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijso.2015.07.686>
  28. Lozano-Calderón SA, Swaim SO, Federico A, Anderson ME, Gebhardt MC. Predictors of soft-tissue complications and deep infection in allograft reconstruction of the proximal tibia. *J Surg Oncol.* 2016;113(7):811–7.
  29. Albergo JI, 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.* 2016;1–7.
  30. 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 [Internet].* 2012;94(6):836–41. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22628602>
  31. Donati D, Colangeli M, Colangeli S, Di Bella C, Mercuri M. Allograft-prosthetic composite in the proximal tibia after bone tumor resection. *Clin Orthop Relat Res.* 2008;466(2):459–65.
  32. Bus MPA, Dijkstra PDS, van de Sande MAJ, Taminiu AHM, Schreuder HWB, Jutte PC, et al. Intercalary allograft reconstructions following resection of primary bone tumors: a nationwide multicenter study. *J Bone Joint Surg Am [Internet].* 2014;96(4):e26. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24553895>
  33. Abdelaal AHK, Yamamoto N, Hayashi K, Takeuchi A, Miwa S, Tsuchiya H. Epiphyseal sparing and reconstruction by frozen bone autograft after malignant bone tumor resection in children. *Sarcoma.* 2015;2015.

## **AGRADECIMIENTOS**

Queremos realizar un agradecimiento especial a la Cra. Paula Campos por su gran aporte a la hora de la confección de tablas y gráficos.

## ANEXO

**Tabla 1:** Características individuales de los pacientes sometidos a la técnica de autoinjerto con nitrógeno líquido.

<i>Artículo</i>	<i>Edad (Años)</i>	<i>Sexo (M/F)</i>	<i>Localización</i>	<i>Histología</i>	<i>MSTS</i>	<i>Tiempo de seguimiento (meses)</i>	<i>Infección</i>	<i>No unión</i>	<i>Recidiva</i>	<i>Fractura</i>	<i>Estado del paciente al fin del estudio</i>
Subhandrabandhu, S. et al(5)	10	M	Fémur proximal	OS	26	138	NO	SI	SI	NO	SEF
Subhandrabandhu, S. et al (5)	21	M	Fémur distal	OS	30	29	NO	NO	NO	NO	MEF
Subhandrabandhu, S. et al (5)	20	M	Fémur distal	OS	30	118	NO	NO	SI	NO	SEF
Subhandrabandhu, S. et al (5)	9	F	Fémur proximal	OS	20	45	NO	NO	NO	NO	MEF
Subhandrabandhu, S. et al (5)	48	F	Tibia proximal	OS	20	47	NO	NO	NO	NO	MEF
Subhandrabandhu, S. et al (5)	17	F	Fémur distal	OS	28	43	SI	NO	NO	NO	MEF
Subhandrabandhu, S. et al (5)	60	M	Tibia proximal	OS	28	88	NO	NO	NO	NO	SEF
Subhandrabandhu, S. et al (5)	51	F	Fémur proximal	OS	28	24	NO	NO	NO	NO	MOEF
Subhandrabandhu, S. et al (5)	25	F	Fémur distal	OS	30	63	NO	NO	NO	NO	SEF
Subhandrabandhu, S. et al (5)	24	M	Tibia proximal	OS	20	64	SI	NO	NO	NO	SEF
Subhandrabandhu, S. et al (5)	29	F	Fémur proximal	OS	20	60	NO	NO	NO	NO	SEF
Subhandrabandhu, S. et al (5)	26	F	Fémur distal	OS	30	51	NO	NO	NO	NO	SEF
Subhandrabandhu, S. et al (5)	15	M	Fémur proximal	OS	30	40	NO	NO	NO	NO	SEF
Subhandrabandhu, S. et al (5)	18	F	Tibia proximal	OS	30	33	NO	NO	NO	NO	SEF
Subhandrabandhu, S. et al (5)	34	M	Fémur proximal	CS	30	97	NO	NO	NO	NO	SEF
Subhandrabandhu, S. et al (5)	62	M	Fémur proximal	CS	30	92	NO	NO	NO	NO	SEF
Subhandrabandhu, S. et al (5)	73	F	Fémur proximal	CS	17	99	NO	NO	NO	NO	SEF
Wein-Ming, C et al.(16)	16	M	Fémur distal	OS	30	56	NO	NO	NO	NO	SEF
Wein-Ming, C et al. (16)	15	F	Tibia proximal	OS	27	24	NO	NO	NO	NO	SEF
Wein-Ming, C et al.(16)	15	M	Tibia proximal	OS	30	35	NO	NO	NO	NO	SEF

Wein-Ming, C et al.(16)	43	F	Tibia proximal	OS	27	47	NO	NO	NO	NO	SEF
Shimozaki, S. et al.(17)	13	F	Fémur distal	OS	23 *	142	NO	NO	NO	NO	SEF
Shimozaki, S. et al.(17)	11	F	Diáfisis fémur	SE	23 *	32	NO	NO	NO	NO	MEF
Shimozaki, S. et al.(17)	14	M	Tibia proximal	OS	23 *	38	NO	NO	NO	NO	SEF
Shimozaki, S. et al.(17)	62	M	Diáfisis fémur	OS	23 *	64	NO	NO	NO	NO	SEF
Shimozaki, S. et al.(17)	18	F	Diáfisis tibia	OS	23 *	66	NO	NO	NO	SI	VEF
Shimozaki, S. et al.(17)	20	M	Tibia distal	OS	23 *	55	SI	NO	NO	NO	SEF
Shimozaki, S. et al.(17)	51	M	Fémur distal	OS	15 *	52	SI	NO	NO	NO	SEF
Shimozaki, S. et al.(17)	18	M	Fémur distal	OS	23 *	24	NO	NO	NO	NO	MEF
Shimozaki, S. et al.(17)	14	M	Fémur distal	OS	23 *	43	NO	NO	NO	SI	SEF
Shimozaki, S. et al.(17)	11	F	Tibia proximal	OS	23 *	28	NO	NO	NO	NO	SEF
Shimozaki, S. et al.(17)	12	F	Tibia proximal	OS	23 *	19	NO	NO	NO	NO	SEF
Shimozaki, S. et al.(17)	13	F	Diáfisis fémur	OS	23 *	14	NO	NO	NO	NO	VEF
Paholpak, P, et al.(18)	13	F	Fémur distal	OS	28	28	SI	NO	SI	NO	MCSE
Paholpak, P, et al.(18)	17	M	Tibia Proximal	RMSE	20	84	NO	NO	NO	NO	SEF
Paholpak, P, et al.(18)	16	M	Tibia Proximal	OS	23	86	NO	NO	NO	SI	SEF
Paholpak, P, et al.(18)	16	M	Tibia Proximal	OS	27	12	NO	NO	NO	NO	SEF
Paholpak, P, et al.(18)	11	F	Tibia Proximal	SE	20	12	NO	NO	NO	NO	SEF
Paholpak, P, et al.(18)	13	F	Tibia Proximal	OS	28	47	NO	NO	NO	NO	SEF
Paholpak, P, et al.(18)	45	F	Fémur proximal	OS	22	36	NO	NO	NO	NO	MCSE
Paholpak, P, et al.(18)	25	M	Fémur distal	OS	24	60	NO	NO	NO	NO	MCSE
Igarashi, K. et al(6)	13	F	Fémur distal	OS	23 *	163	NO	NO	NO	SI	SEF
Igarashi, K. et al(6)	14	M	Tibia Proximal	OS	23 *	161	NO	NO	NO	NO	SEF
Igarashi, K. et al(6)	39	M	Fémur proximal	CS	23 *	146	NO	NO	SI	NO	VEF
Igarashi, K. et al(6)	34	M	Fémur distal	HFM	23 *	129	NO	SI	NO	NO	SEF
Igarashi, K. et al(6)	38	M	Fémur distal	OS	23 *	142	NO	NO	NO	NO	SEF
Igarashi, K. et al(6)	13	F	Tibia	DO	23 *	126	NO	NO	NO	NO	SEF
Igarashi, K. et al(6)	16	F	Tibia	OS	23 *	117	NO	NO	NO	NO	SEF
Igarashi, K. et al(6)	39	M	Fémur distal	HFM	23 *	120	SI	NO	NO	NO	SEF

Igarashi, K. et al(6)	10	M	Fémur proximal	OS	23 *	119	NO	NO	SI	NO	SEF
Igarashi, K. et al(6)	60	M	Fémur	LMS	15 *	101	NO	SI	SI	NO	SEF
Igarashi, K. et al(6)	20	M	Fémur distal	OS	23 *	99	NO	NO	SI	NO	SEF
Igarashi, K. et al(6)	62	M	Fémur	OS	23 *	65	NO	SI	NO	NO	VEF
Igarashi, K. et al(6)	18	F	Tibia	OS	12 *	84	NO	NO	NO	SI	VEF
Igarashi, K. et al(6)	62	M	Fémur proximal	CS	15 *	78	NO	NO	NO	NO	SEF
Igarashi, K. et al(6)	20	M	Tibia distal	OS	23 *	70	NO	NO	NO	NO	SEF
Igarashi, K. et al(6)	26	M	Tibia Proximal	OS	15 *	70	NO	NO	NO	NO	SEF
Igarashi, K. et al(6)	51	M	Fémur distal	OS	15 *	65	SI	NO	NO	NO	SEF
Igarashi, K. et al(6)	20	M	Tibia Proximal	OS	8 *	68	SI	NO	NO	NO	SEF
Igarashi, K. et al(6)	60	M	Tibia Proximal	OS	15 *	64	NO	NO	NO	NO	SEF
Igarashi, K. et al(6)	14	M	Fémur distal	OS	23 *	61	NO	NO	NO	SI	SEF
Rahman, M. et al. (19)	16	M	Fémur distal	OS	21	62	NO	NO	NO	NO	ND
Rahman, M. et al.(19)	20	M	Fémur distal	OS	21,6	71	NO	NO	NO	NO	ND
Rahman, M. et al. (19)	18	M	Tibia Proximal	OS	20	65	NO	NO	NO	NO	ND
Rahman, M. et al.(19)	22	M	Fémur distal	OS	ND	16	NO	NO	NO	NO	ND
Rahman, M. et al.(19)	17	M	Tibia Proximal	OS	20	80	SI	NO	NO	NO	ND
Rahman, M. et al.(19)	25	M	Fémur proximal	OS	ND	22	NO	NO	NO	NO	ND
Rahman, M. et al.(19)	21	M	Tibia Proximal	OS	20	66	NO	NO	NO	NO	ND
Rahman, M. et al.(19)	15	F	Fémur distal	OS	21	70	NO	NO	NO	NO	ND
Rahman, M. et al.(19)	26	F	Fémur distal	OS	23	82	NO	NO	NO	NO	ND
Rahman, M. et al.(19)	23	F	Fémur distal	OS	23	75	NO	NO	NO	NO	ND
Rahman, M. et al.(19)	28	M	Fémur distal	OS	22	79	NO	NO	NO	NO	ND
Rahman, M. et al.(19)	20	M	Fémur distal	OS	26	96	NO	NO	NO	NO	ND
Rahman, M. et al.(19)	18	M	Tibia Proximal	OS	24	72	NO	NO	NO	NO	ND
Rahman, M. et al.(19)	19	F	Tibia Proximal	OS	23	66	NO	NO	NO	NO	ND
Rahman, M. et al.(19)	22	M	Tibia Proximal	OS	23	76	NO	NO	NO	NO	ND
Rahman, M. et al.(20)	16	F	Tibia Proximal	OS	24	53	NO	NO	NO	NO	SEF
Rahman, M. et al. (20)	27	F	Fémur	OS	24	44	NO	NO	NO	NO	SEF
Rahman, M. et al. (20)	17	F	Tibia Proximal	OS	24	34	NO	NO	NO	NO	SEF
Rahman, M. et al.(20)	23	F	Fémur	OS	27	43	NO	NO	NO	NO	SEF
Rahman, M. et al. (20)	22	M	Fémur distal	OS	23	60	NO	NO	NO	NO	SEF

Rahman, M. et al. (20)	25	M	Fémur distal	OS	23	52	NO	NO	NO	NO	SEF
Rahman, M. et al. (20)	21	F	Fémur distal	OS	24	69	NO	NO	NO	NO	SEF
Rahman, M. et al. (20)	23	M	Fémur	OS	27	64	NO	NO	NO	NO	SEF
Rahman, M. et al. (20)	18	M	Fémur distal	OS	24	66	NO	NO	NO	NO	SEF
Rahman, M. et al. (20)	19	F	Fémur	OS	27	55	NO	NO	NO	NO	SEF
Tsuchiya et al.(21)	16	F	Fémur distal	SE	23	19	NO	NO	SI	NO	MEF
Tsuchiya et al.(21)	10	M	Fémur proximal	OS	23	69	NO	NO	NO	NO	SEF
Tsuchiya et al.(21)	20	F	Fémur proximal	OS	23	15	NO	NO	NO	NO	MEF
Tsuchiya et al.(21)	18	F	Fémur proximal	OS	23	55	NO	NO	NO	NO	MEF
Tsuchiya et al.(21)	34	M	Fémur proximal	CS	23	36	NO	NO	NO	NO	SEF
Tsuchiya et al.(21)	62	M	Fémur diáfisis	OS	23	59	NO	SI	NO	NO	SEF
Tsuchiya et al.(21)	9	F	Fémur proximal	OS	15	34	NO	NO	NO	NO	SEF
Tsuchiya et al.(21)	28	F	Fémur distal	OS	15	15	NO	NO	NO	NO	VEF
Tsuchiya et al.(21)	18	F	Tibia diáfisis	OS	23	35	NO	NO	NO	SI	SEF
Tsuchiya et al.(21)	15	M	Tibia proximal	OS	8	26	NO	NO	SI	NO	VEF
Tsuchiya et al.(21)	62	M	Fémur proximal	CS	23	25	NO	NO	NO	NO	SEF
Tsuchiya et al.(21)	28	M	Tibia proximal	OS	15	23	SI	NO	NO	NO	SEF
Tsuchiya et al.(21)	51	M	Fémur distal	OS	15	23	SI	NO	NO	NO	SEF
Tsuchiya et al.(21)	14	M	Tibia proximal	OS	8	37	NO	SI	SI	NO	VEF
Tsuchiya et al.(21)	20	M	Tibia proximal	OS	23	23	SI	NO	NO	NO	SEF
Tsuchiya et al.(21)	18	M	Fémur distal	OS	23	20	NO	NO	NO	NO	SEF
Tsuchiya et al.(21)	28	M	Fémur proximal	SE	15	11	NO	NO	NO	NO	MEF
Tsuchiya et al.(21)	Cv 51	F	Fémur proximal	OS	23	10	NO	NO	NO	NO	SEF
Tsuchiya et al.(21)	16	M	Calcáneo	SPL	23	9	NO	NO	NO	NO	SEF
Li, J. et al. (22)	11	F	Fémur	OS	29	37	NO	NO	NO	NO	SEF
Li, J. et al. (22)	15	M	Fémur	OS	27	38	NO	NO	NO	SI	MEF
Li, J. et al. (22)	13	M	Fémur	OS	28	41	NO	NO	NO	NO	SEF
Li, J. et al. (22)	24	F	Fémur	CS	30	43	NO	NO	NO	NO	SEF
Li, J. et al. (22)	10	M	Fémur	OS	29	49	NO	NO	NO	NO	SEF
Li, J. et al. (22)	16	F	Fémur	SE	27	53	NO	NO	SI	NO	SEF
Li, J. et al. (22)	12	F	Fémur	OS	29	58	NO	NO	NO	NO	VEF
Li, J. et al. (22)	26	F	Fémur	OS	29	71	NO	NO	NO	NO	SEF

**Tabla 2:** Características individuales de los pacientes sometidos a la técnica de aloinjerto fresco

<i>Artículo</i>	<i>Edad (Años)</i>	<i>Sexo (M/F)</i>	<i>Localización</i>	<i>Histología</i>	<i>Score MSTS (Puntaje)</i>	<i>Tiempo de seguimiento (meses)</i>	<i>Infección</i>	<i>No unión</i>	<i>Recidiva</i>	<i>Fractura</i>	<i>Estado del paciente al fin del estudio</i>
Aponte-Tinao, L. et al.(23)	18	F	Tibia	OS	27	276	NO	NO	NO	NO	ND
Aponte-Tinao, L. et al.(23)	24	M	Tibia	OS	10	123	SI	NO	NO	NO	ND
Aponte-Tinao, L. et al.(23)	9	F	Fémur	OS	27	184	NO	NO	NO	SI	ND
Aponte-Tinao, L. et al.(23)	16	M	Fémur	OS	20	189	NO	NO	NO	SI	ND
Aponte-Tinao, L. et al.(23)	18	F	Fémur	OS	ND	26	NO	NO	NO	NO	ND
Aponte-Tinao, L. et al.(23)	40	F	Fémur	OS	29	174	NO	NO	NO	SI	ND
Aponte-Tinao, L. et al.(23)	21	M	Fémur	OS	20	156	NO	NO	NO	SI	ND
Aponte-Tinao, L. et al.(23)	17	F	Fémur	OS	29	166	NO	NO	NO	NO	ND
Aponte-Tinao, L. et al.(23)	14	F	Tibia	OS	29	162	NO	NO	NO	SI	ND
Aponte-Tinao, L. et al.(23)	18	M	Tibia	OS	25	161	NO	NO	NO	SI	ND
Aponte-Tinao, L. et al.(23)	15	F	Tibia	OS	30	147	NO	NO	SI	NO	ND
Aponte-Tinao, L. et al.(23)	13	F	Tibia	OS	29	134	NO	NO	NO	SI	ND
Aponte-Tinao, L. et al.(23)	17	F	Fémur	OS	28	153	NO	NO	NO	NO	ND
Aponte-Tinao, L. et al.(23)	18	F	Fémur	OS	22	129	NO	NO	NO	SI	ND
Aponte-Tinao, L. et al.(23)	11	F	Fémur	OS	30	132	NO	NO	NO	NO	ND
Aponte-Tinao, L. et al.(23)	50	F	Fémur	OS	ND	59	NO	NO	SI	NO	ND
Aponte-Tinao, L. et al.(23)	16	M	Tibia	OS	30	132	NO	SI	NO	NO	ND
Aponte-Tinao, L. et al.(23)	16	M	Tibia	OS	29	129	NO	NO	NO	NO	ND
Aponte-Tinao, L. et al.(23)	16	M	Fémur	OS	30	134	NO	NO	NO	SI	ND
Aponte-Tinao, L. et al.(23)	22	M	Fémur	OS	25	113	NO	SI	NO	NO	ND

Aponte-Tinao, L. et al.(23)	12	M	Fémur	OS	27	121	NO	NO	NO	SI	ND
Aponte-Tinao, L. et al.(23)	21	M	Fémur	OS	ND	23	NO	NO	NO	NO	ND
Aponte-Tinao, L. et al.(23)	9	M	Fémur	OS	ND	21	NO	NO	SI	NO	ND
Aponte-Tinao, L. et al.(23)	15	F	Fémur	OS	30	92	NO	NO	NO	NO	ND
Aponte-Tinao, L. et al.(23)	6	M	Fémur	OS	28	87	NO	NO	NO	NO	ND
Aponte-Tinao, L. et al.(23)	8	F	Fémur	OS	27	88	NO	NO	NO	NO	ND
Aponte-Tinao, L. et al.(23)	17	M	Tibia	OS	29	85	SI	NO	NO	NO	ND
Aponte-Tinao, L. et al.(23)	8	M	Fémur	OS	25	79	NO	SI	NO	NO	ND
Aponte-Tinao, L. et al.(23)	37	F	Fémur	OS	30	85	NO	NO	NO	NO	ND
Aponte-Tinao, L. et al.(23)	5	M	Fémur	OS	28	81	NO	NO	NO	SI	ND
Aponte-Tinao, L. et al.(23)	19	M	Fémur	OS	27	76	NO	NO	NO	NO	ND
Aponte-Tinao, L. et al.(23)	13	F	Fémur	OS	28	62	NO	NO	NO	NO	ND
Aponte-Tinao, L. et al.(23)	10	M	Fémur	OS	28	60	NO	NO	NO	NO	ND
Aponte-Tinao, L. et al.(23)	13	M	Fémur	OS	28	60	NO	NO	NO	NO	ND
Aponte-Tinao, L. et al.(23)	2	M	Fémur	OS	ND	34	NO	NO	NO	NO	ND
Ramseier, L. et al. (24)	14	M	Tibia	OS	15	14	NO	NO	NO	NO	VSD
Ramseier, L. et al. (24)	10	M	Tibia	OS	ND	17	SI	NO	NO	NO	DOD
Ramseier, L. et al. (24)	13	F	Tibia	OS	23	97	NO	NO	NO	SI	VSD
Ramseier, L. et al. (24)	13	F	Tibia	OS	ND	30	NO	NO	SI	NO	DOD
Ramseier, L. et al. (24)	17	F	Tibia	OS	1	31	NO	NO	NO	NO	VSD
Ramseier, L. et al. (24)	17	F	Tibia	OS	15	198	NO	NO	NO	SI	VSD
Ramseier, L. et al. (24)	14	F	Tibia	OS	15	65	NO	NO	NO	SI	VSD
Ramseier, L. et al. (24)	13	M	Tibia	OS	ND	31	NO	NO	SI	NO	DOD
Ramseier, L. et al. (24)	16	M	Tibia	OS	ND	72	NO	NO	NO	NO	DOD

Ramseier, L. et al. (24)	13	F	Tibia	OS	15	96	NO	NO	NO	NO	VSD
Ramseier, L. et al. (24)	13	F	Tibia	AM	23	81	NO	NO	NO	NO	VSD
Ramseier, L. et al. (24)	12	F	Tibia	OS	15	43	NO	NO	NO	SI	VSD
Ramseier, L. et al. (24)	13	F	Tibia	OS	23	150	NO	NO	NO	SI	VSD
Ramseier, L. et al. (24)	9	M	Tibia	SE	23	132	NO	NO	NO	SI	VSD
Ramseier, L. et al. (24)	10	F	Tibia	OS	ND	25	NO	NO	NO	NO	DOD
Ramseier, L. et al. (24)	8	M	Tibia	OS	15	96	NO	NO	NO	NO	VSD
Ramseier, L. et al. (24)	7	M	Tibia	OS	23	73	NO	NO	NO	NO	VSD
Ramseier, L. et al. (24)	12	F	Tibia	SE	15	57	SI	NO	NO	NO	VSD
Ramseier, L. et al. (24)	8	M	Tibia	OS	23	31	NO	NO	NO	NO	ND
Muscolo, L. et al. (25)	4	M	Fémur distal	OS	ND	50	NO	NO	NO	SI	SEF
Muscolo, L. et al. (25)	6	M	Fémur distal	OS	ND	24	NO	NO	NO	NO	MEF
Muscolo, L. et al. (25)	10	M	Fémur distal	OS	ND	22	NO	NO	NO	NO	MEF
Muscolo, L. et al. (25)	8	F	Fémur distal	OS	ND	31	NO	NO	NO	NO	SEF
Muscolo, L. et al. (25)	9	F	Fémur distal	OS	ND	124	NO	NO	NO	SI	SEF
Muscolo, L. et al. (25)	10	M	Fémur distal	OS	ND	80	NO	NO	NO	SI	SEF
Muscolo, L. et al. (25)	5	M	Fémur distal	OS	ND	25	NO	NO	NO	NO	SEF
Muscolo, L. et al. (25)	6	M	Fémur distal	OS	ND	31	NO	NO	NO	NO	SEF
Muscolo, L. et al. (25)	7	F	Fémur distal	OS	ND	144	NO	SI	NO	NO	SEF
Muscolo, L. et al. (25)	7	M	Fémur distal	OS	ND	24	NO	NO	NO	NO	SEF
Muscolo, L. et al. (25)	8	M	Fémur distal	OS	ND	26	NO	NO	NO	NO	SEF
Muscolo, L. et al. (25)	9	M	Fémur distal	OS	ND	42	NO	NO	SI	NO	SEF
Muscolo, L. et al. (25)	10	F	Fémur distal	OS	ND	94	NO	NO	SI	NO	SEF
Muscolo, L. et al. (25)	10	F	Fémur distal	OS	ND	78	NO	NO	NO	NO	SEF

Muscolo, L. et al. (25)	10	M	Tibia proximal	OS	ND	24	NO	NO	NO	NO	SEF
Muscolo, L. et al. (25)	9	F	Tibia proximal	OS	ND	110	SI	NO	NO	NO	SEF
Muscolo, L. et al. (25)	9	M	Tibia distal	SE	ND	32	NO	NO	NO	NO	SEF
Muscolo, L. et al. (25)	7	M	Tibia distal	SE	ND	ND	NO	NO	SI	NO	SEF
Jamshidi, K. et al. (26)	12	M	Peroné distal	OS	ND	108	NO	NO	NO	NO	SEF
Jamshidi, K. et al. (26)	31	M	Peroné distal	SE	ND	60	NO	NO	NO	NO	SEF
Jamshidi, K. et al. (26)	25	M	Peroné distal	SE	ND	36	NO	NO	NO	NO	SEF
Jamshidi, K. et al. (26)	30	F	Peroné distal	TCG	ND	27	NO	NO	NO	NO	SEF
Han, G. et al. (27)	17	M	Fémur distal	OS	0	25	NO	NO	NO	NO	MEF
Han, G. et al. (27)	15	M	Fémur distal	OS	0	14	NO	NO	SI	NO	MEF
Han, G. et al. (27)	22	M	Tibia distal	OS	0	26	NO	NO	NO	NO	MEF
Han, G. et al. (27)	15	M	Tibia distal	OS	0	16	NO	NO	NO	NO	MEF
Han, G. et al. (27)	14	M	Fémur distal	OS	23	62	NO	NO	NO	NO	VEF
Han, G. et al. (27)	19	M	Fémur distal	OS	25	76	NO	NO	SI	NO	VEF
Han, G. et al. (27)	23	F	Tibia distal	OS	25	63	NO	NO	NO	NO	VEF
Han, G. et al. (27)	20	M	Fémur distal	OS	26	97	NO	NO	NO	NO	VEF
Han, G. et al. (27)	29	M	Fémur distal	OS	26	61	NO	NO	NO	NO	VEF
Han, G. et al. (27)	25	M	Tibia proximal	OS	26	75	NO	NO	NO	NO	VEF
Han, G. et al. (27)	16	M	Fémur proximal	OS	26	63	NO	NO	NO	NO	VEF
Han, G. et al. (27)	29	M	Tibia proximal	OS	27	98	NO	NO	NO	NO	VEF
Han, G. et al. (27)	24	M	Fémur distal	OS	27	86	NO	NO	NO	SI	VEF
Han, G. et al. (27)	13	M	Tibia distal	OS	27	99	NO	NO	NO	SI	VEF
Han, G. et al. (27)	11	M	Fémur distal	OS	28	88	NO	NO	NO	NO	VEF
Wein-Ming, C et al. (16)	16	M	Tibia proximal	OS	30	96	NO	NO	NO	NO	SEF
Wein-Ming, C et al. (16)	15	M	Tibia proximal	OS	30	54	NO	NO	NO	NO	SEF
Mo, S. et al. (13)	34	F	Fémur distal	TCG	ND	102	NO	NO	NO	NO	SEF

Mo, S. et al. (13)	44	F	Fémur distal	TCG	ND	65	NO	NO	NO	NO	SEF
Mo, S. et al. (13)	39	M	Fémur distal	TCG	ND	84	NO	NO	NO	NO	SEF
Mo, S. et al. (13)	14	F	Fémur distal	OS	ND	19	NO	NO	SI	NO	MEF
Mo, S. et al. (13)	16	F	Fémur distal	OS	ND	63	SI	NO	NO	NO	SEF
Mo, S. et al. (13)	13	M	Fémur distal	OS	ND	11	NO	NO	NO	NO	SEF
Mo, S. et al. (13)	17	F	Fémur distal	OS	ND	82	NO	NO	NO	NO	SEF
Mo, S. et al. (13)	12	M	Fémur distal	OS	ND	44	NO	NO	NO	NO	SEF
Mo, S. et al. (13)	33	F	Fémur distal	CS	ND	61	NO	NO	SI	NO	SEF
Mo, S. et al. (13)	37	M	Fémur distal	CS	ND	59	NO	NO	NO	NO	SEF
Mo, S. et al. (13)	51	M	Fémur distal	CS	ND	67	NO	NO	NO	SI	SEF
Mo, S. et al. (13)	42	F	Fémur distal	HFM	ND	72	NO	NO	NO	NO	SEF
Lozano-Calderon, S. (28)	12	F	Tibia proximal	OS	ND	36	NO	SI	NO	NO	VEF
Lozano-Calderon, S. (28)	12	F	Tibia proximal	OS	ND	24	SI	SI	NO	NO	VEF
Lozano-Calderon, S. (28)	9	M	Tibia proximal	OS	ND	6	NO	NO	NO	NO	VEF
Lozano-Calderon, S. (28)	11	M	Tibia proximal	OS	ND	84	NO	NO	NO	NO	VEF
Lozano-Calderon, S. (28)	12	M	Tibia proximal	OS	ND	24	NO	SI	NO	SI	VEF
Lozano-Calderon, S. (28)	13	M	Tibia proximal	OS	ND	24	NO	NO	NO	NO	VSD
Lozano-Calderon, S. (28)	13	M	Tibia proximal	OS	ND	12	NO	NO	NO	NO	VSD
Lozano-Calderon, S. (28)	13	F	Tibia proximal	OS	ND	12	NO	NO	NO	NO	VSD
Lozano-Calderon, S. (28)	13	F	Tibia proximal	OS	ND	24	NO	NO	NO	NO	VSD
Lozano-Calderon, S. (28)	13	M	Tibia proximal	OS	ND	12	NO	NO	NO	NO	VSD
Lozano-Calderon, S. (28)	14	F	Tibia proximal	OS	ND	60	NO	NO	NO	SI	VSD
Lozano-Calderon, S. (28)	14	M	Tibia proximal	OS	ND	48	NO	SI	NO	NO	VSD
Lozano-Calderon, S. (28)	14	M	Tibia proximal	OS	ND	12	NO	NO	NO	NO	VSD
Lozano-Calderon, S. (28)	17	M	Tibia proximal	OS	ND	24	SI	NO	NO	NO	VSD

Lozano-Calderon, S. (28)	15	F	Tibia proximal	OS	ND	72	NO	NO	NO	NO	VSD
Lozano-Calderon, S. (28)	17	M	Tibia proximal	OS	ND	12	NO	NO	NO	NO	VSD
Lozano-Calderon, S. (28)	18	M	Tibia proximal	OS	ND	12	NO	NO	NO	NO	VSD
Lozano-Calderon, S. (28)	18	F	Tibia proximal	OS	ND	6	NO	NO	NO	NO	VSD
Lozano-Calderon, S. (28)	3	M	Tibia proximal	SE	ND	12	NO	NO	NO	NO	VSD
Lozano-Calderon, S. (28)	8	M	Tibia proximal	SE	ND	84	NO	NO	NO	NO	VSD
Lozano-Calderon, S. (28)	13	F	Tibia proximal	SE	ND	36	NO	NO	NO	NO	VSD
Lozano-Calderon, S. (28)	14	F	Tibia proximal	SE	ND	36	NO	NO	NO	NO	MEF
Lozano-Calderon, S. (28)	14	F	Tibia proximal	SE	ND	144	NO	SI	NO	NO	VSD
Lozano-Calderon, S. (28)	17	M	Tibia proximal	SE	ND	60	NO	SI	NO	NO	VSD
Lozano-Calderon, S. (28)	15	F	Tibia proximal	SE	ND	60	NO	NO	NO	NO	VSD
Lozano-Calderon, S. (28)	20	M	Tibia proximal	SE	ND	60	SI	SI	NO	NO	VSD
Lozano-Calderon, S. (28)	12	F	Tibia proximal	OS	ND	24	NO	NO	NO	SI	MEF
Lozano-Calderon, S. (28)	12	F	Tibia proximal	OS	ND	120	NO	SI	NO	SI	VSD
Lozano-Calderon, S. (28)	2	M	Tibia proximal	SE	ND	144	SI	SI	NO	SI	VSD
Lozano-Calderon, S. (28)	16	M	Tibia proximal	OS	ND	204	SI	NO	NO	SI	MOEF
Lozano-Calderon, S. (28)	13	F	Tibia proximal	OS	ND	168	NO	SI	NO	SI	MEF
Lozano-Calderon, S. (28)	16	F	Tibia proximal	OS	ND	180	NO	SI	NO	SI	VSD
Lozano-Calderon, S. (28)	15	F	Tibia proximal	OS	ND	96	NO	NO	NO	NO	VSD

**Tabla 3:** Características de los pacientes sometidos a ambas técnicas de injerto sin datos individualizables.

Artículo	Localización	n total	Técnica	Tiempo de seguimiento (meses)	Edad promedio (años)	Sexo	Tipo histológico	Complicaciones	
Albergo J. et al. (29)	Tibia proximal	45	Aloinjerto	88,8	25	26 F	26 OS	No unión (3)	
						19 M	2 CS	Infección (9)	
							5 SE		
							14 TCG		
							1 Otros		
Millán, L. et al (2)	78 Fémur	78	Aloinjerto	60	26	35 F	41 OS	Infección (1)	
						48 M	15 SE	Recidiva local (1)	
							7 CS	Fractura (13)	
							4 TCG	No unión (13)	
							4 HFM		
							1 LS		
							1 DO		
Frisoni, T. et al.(30)	Fémur	114	Aloinjerto	111,6	20	49 F	62 OS	No unión (53)	
						52 M	19 SE	Fracturas (31)	
							3 CS		
							4 SCF		
							1 SA		
							25 N/D		
Donatti, D. et al. (31)	Tibia	62	Aloinjerto	N/D	N/D	N/D	39 OS	Infección (12)	
								7 SE	Recidiva local (3)
								4 SCF	
								3 CS	
								1 FS	
								1 HFM	
								1 LMS	
	6 N/D								
Bus, MPA. et al. (32)	44 Fémur	78	Aloinjerto		77	38 F	36 OS	No unión (35)	
	34 Tibia						40 M	13 SE	Fracturas (25)
								15 AM	Infecciones (12)
								9 CS	
								3 SPL	
								1 LMS	
								1 HG	

López-Martínez, J. et al. (8)	8 Tibia	15	Aloinjerto	70,37	19,6	7 F	15 OS	Infección (2)
	6 Fémur					8 M		
	1 Húmero							
Bullens, PHJ. et al. (12)	15 Fémur	32	Aloinjerto	63	27	18 F	14 OS	Fracturas (4)
	11 Tibia					14 M	5 SE	Infección (5)
	6 Húmero						5 CS	No unión (4)
							2 AM	
							3 TCG	
							1 PC	
		1 HG						
		1 HE						
Kassem Abdelaa, AH. et al. (33)	9 Fémur	18	Autoinjerto	72	12	9 F	16 OS	Recidiva (1)
	1 Calcáneo					9 M	1 SE	Fractura (2)
	8 Tibia						2 SE	Infección (2)

#### Abreviaturas utilizadas:

TOP: Tumor óseo primario, MO: Metástasis ósea, NL: Nitrógeno líquido, MMII: Miembros inferiores, MMSS: Miembros superiores, F: Femenino, M: Masculino, FR: Factor de riesgo, ND: No hay datos, PB: Partes blandas, OS: Osteosarcoma, CS: Condrosarcoma, SE: Sarcoma de Ewing, AM: Adamantinoma, HFM: Histiocitoma fibroso maligno, RMSE: Rabdomyosarcoma embrionario, DO: Displasia osteofibrosa, LMS: Leiomyosarcoma, SPL: Sarcoma Pleomórfico, TCG: Tumor de células gigantes, PC: Plasmocitoma, HG: Hemangioma, HE: Hemangioendoteloma, SCF: Sarcoma de células fusiformes, SA: Sarcoma alveolar, FS: Fibrosarcoma, LS: Liposarcoma. SEF: Sin evidencia de enfermedad. VEF: Vivo con la enfermedad. MEF: Muerto por la enfermedad. MOEF: Muerto por otra enfermedad. MCSE: Muerto (causa sin especificar)