

Resultados de la utilización de aloinjerto criopreservado en fracturas y consolidaciones fallidas de huesos largos

IGNACIO A. FERNÁNDEZ SAVOY, LEANDRO SALCEDO ZUNINO, ALEJANDRO MALVAREZ,
IGNACIO PIOLI, BARTOLOMÉ L. ALLENDE y CHRISTIAN A. ALLENDE

Instituto Allende de Cirugía Reconstructiva de los Miembros, Sanatorio Allende, Córdoba

Recibido el 27-9-2013. Aceptado luego de la evaluación el 7-1-2015 • Dr. IGNACIO A. FERNÁNDEZ SAVOY • ifs22@hotmail.com

Resumen

Introducción: El objetivo de este trabajo es evaluar las indicaciones y la incorporación del aloinjerto criopreservado en fracturas y consolidaciones fallidas de huesos largos.

Materiales y Métodos: Estudio retrospectivo, 20 pacientes tratados entre 2005 y 2011, 7 fracturas y 14 consolidaciones fallidas de huesos largos en los que se utilizó aloinjerto óseo criopreservado (un paciente con compromiso bilateral de fémur), 11 asociados a autoinjerto. Edad promedio: 45.2 años (rango 19-74). Diez mujeres y 10 hombres. Defectos óseos clasificados en circunferenciales y no circunferenciales.

Resultados: La consolidación luego del uso de aloinjerto molido de Banco se logró en 14 casos tras un promedio de 8 meses (rango 4-18); de los 7 restantes, se logró la consolidación luego de cirugías de revisión en 5 casos, uno permaneció sin consolidación y, en otro, se amputó el miembro.

Conclusiones: El autoinjerto sigue siendo el patrón de referencia en la reconstrucción de defectos óseos. Los nuevos sistemas de extracción de autoinjertos, como el fresado con irrigación/aspiración (RIA, Synthes) han llevado a que el uso de aloinjerto en fracturas sea poco frecuente. Pero, en los pacientes de nuestra serie, con múltiples cirugías, defectos óseos o trastornos psiquiátricos graves, el aloinjerto óseo crioconservado aislado o asociado a autoinjerto permitió obtener buenos resultados (18 casos consolidaron), aunque 5 casos requirieron cirugías de revisión.

Palabras clave: Aloinjerto óseo. Defecto óseo. Consolidaciones fallidas. Fracturas expuestas.

Nivel de evidencia: IV

OUTCOMES OF CRYOPRESERVED ALLOGRAFT IN LONG BONES FRACTURES AND NONUNIONS

Abstract

Background: The aim of this study was to evaluate the indications and incorporation of cryopreserved allograft in long bone fractures and nonunions.

Methods: Retrospective study of 20 patients treated between 2005 and 2011, with 7 fractures and 14 long bones nonunions in which cryopreserved allograft bone was used (one patient had bilateral femoral involvement), associated with autograft in 11 cases. Average age 45.2 years (range 19 to 74). Ten women and ten men. Bone defects were classified according to whether they were circumferential or not.

Results: Bony union after using morcellized allograft was achieved in 14 cases, after an average of 8 months (range 4 to 18), among the remaining 7 cases union was achieved after revision surgery in 5 cases, another case did not achieve consolidation, and an amputation was performed in another patient.

Conclusions: Bone autograft remains the gold standard in bone defect reconstructions. Using new extraction systems for autografts, such as reamed irrigation/aspiration (RIA, Synthes) has made the use of allograft in fractures infrequent. In our patients with multiple surgeries, bone defects or severe psychiatric disorders, the use of isolated cryopreserved allograft or associated with bone autograft obtained good results (18 cases with consolidation), although 5 patients required revision surgeries.

Key words: Bone allograft. Bone defect. Nonunion. Open fractures.

Level of Evidence: IV

Introducción

Se han empleado diferentes técnicas de reconstrucción en fracturas y consolidaciones fallidas de huesos largos; todas tienen como objetivo final restaurar la anatomía y obtener la consolidación. Tanto el método de estabilización, como los injertos, sustitutos u osteo-inductores que se utilicen en cada reconstrucción, deben ser los que permitan lograr la mayor posibilidad de éxito, con los menores riesgos y morbilidad para el paciente. Dentro de ellos, el autoinjerto óseo sigue siendo de elección en la mayoría de las reconstrucciones postraumáticas de huesos largos. Hay abundante experiencia con el uso de aloinjertos óseos en cirugía de columna,¹ cirugía de revisión protésica² y reconstrucciones tumorales,³ pero en fracturas y consolidaciones fallidas de huesos largos, hay escasos reportes publicados.⁴ Los nuevos sistemas para obtener autoinjerto óseo, como el de fresado con irrigación/aspiración (RIA, Synthes) hacen del uso del aloinjerto muy poco frecuente en fracturas. Será el cirujano, basado en las características de la lesión por tratar y la biología de los tejidos óseos y blandos periféricos, quien deberá decidir cuál es la mejor opción terapéutica para cada paciente en particular.

El objetivo de este trabajo es evaluar las indicaciones y la incorporación del aloinjerto criopreservado en fracturas y consolidaciones fallidas de huesos largos.

Materiales y Métodos

Se realizó un estudio retrospectivo de 20 pacientes tratados entre 2005 y 2011, con 7 fracturas y 14 consoli-

aciones fallidas de huesos largos (uno presentó compromiso bilateral de fémur) en los que se utilizó aloinjerto óseo criopreservado. En 20 pacientes, se usó como aloinjerto óseo una cabeza femoral de Banco molida y, en un caso, una cabeza humeral molida. Se empleó solo aloinjerto molido en 8 casos (5 consolidaciones fallidas de húmero, 1 consolidación fallida de tibia, 2 consolidaciones fallidas de fémur), aloinjerto molido asociado a injerto autólogo de cresta ilíaca en 10 casos (1 consolidación fallida de tibia, 5 fracturas expuestas de tibia, 3 consolidaciones fallidas de fémur, 1 fractura expuesta de fémur), aloinjerto molido más aloinjerto estructural en 2 casos (1 consolidación fallida de húmero y 1 de fémur), y aloinjerto molido asociado a aloinjerto estructural y a injerto autólogo de cresta ilíaca en un caso de consolidación fallida de tibia (Tabla 1). Se incluyeron pacientes de ambos sexos, esqueléticamente maduros, con fracturas o consolidaciones fallidas de huesos largos de miembros superiores o inferiores, en los que se utilizó aloinjerto óseo asociado a vancomicina en polvo. Se excluyó a pacientes esqueléticamente inmaduros, pacientes en los que no se utilizó aloinjerto, con fracturas patológicas o tumores reconstruidos con aloinjertos y a aquellos con aloinjerto asociado a una artroplastia. Del total de 21 casos, 6 afectaban a los miembros superiores y 15, a los miembros inferiores. La edad promedio era de 45.2 años (rango de 19 a 74 años). Diez pacientes eran mujeres y 10, hombres. Catorce casos correspondieron a consolidaciones fallidas (6 de húmero, 5 de fémur y 3 de tibia); 6, a fracturas expuestas (5 de tibia y 1 de fémur) y un caso a fractura cerrada de fémur. Las lesiones fueron diafisarias en 14 casos (6 húmeros, 6 tibias y 2 fémures), metafisarias distales de fémur en 5 casos y

Tabla 1. Tipo de injerto óseo

Tipo de injerto óseo	Total	Consolidación fallida	Consolidación	Promedio (meses)	Rango
Aloinjerto molido	8	2	6	5,16	4 a 7
Aloinjerto molido + autólogo de cresta ilíaca	10	3	7	9,85	4 a 18
Aloinjerto molido + estructural	2	1	1	12	
Aloinjerto molido + estructural + autólogo de cresta ilíaca	1	1			

metafisarias proximales de tibia en 2 casos. El promedio de cirugías previas a la utilización de aloinjerto óseo de Banco fue de 2,47 (rango de 0 a 6). En ocho pacientes, se había realizado autoinjerto óseo en cirugías previas. El tiempo entre el trauma inicial y la cirugía definitiva en consolidaciones fallidas promedió 24.71 meses (rango de 6 a 60 meses). Ocho pacientes eran fumadores, con un promedio de 17 cigarrillos diarios (rango de 5 a 30) y 3 eran obesos. Con respecto a los antecedentes personales patológicos, se observó un paciente (consolidación fallida de tibia) con diabetes de tipo 2, uno con epilepsia (consolidación fallida de húmero), uno con artritis reumatoide más síndrome depresivo asociado (consolidación fallida de húmero), uno con esquizofrenia (fractura cerrada de fémur) y uno con hipertensión arterial (consolidación fallida de húmero). Una paciente presentaba neurapraxia radial.

Se clasificó a los defectos óseos en circunferenciales (cuando no había contacto alguno entre los extremos óseos luego de la estabilización) y no circunferenciales (cuando sí había contacto entre los extremos); a su vez, a los defectos óseos no circunferenciales, debido a que presentaban cantidades de contacto óseo variable entre los cabos, se los clasificó de acuerdo con el porcentaje de la circunferencia de los extremos óseos del hueso por tratar en los que se obtuvo buen contacto luego de la estabilización (es decir, cuando se obtuvo contacto entre los extremos óseos a nivel de la lesión del 30% de la circunferencia del hueso afectado, se estableció como defecto óseo no circunferencial del 70%); 6 pacientes, todos con lesión en huesos largos de miembros inferiores, tenían un defecto circunferencial que promedió 8 cm (rango de 2 a 17 cm) y 11, un defecto no circunferencial que promedió el 45% de las superficies de contacto entre los extremos óseos (rango del 30% al 70%). En dos pacientes sin defecto óseo, se utilizó el aloinjerto para rellenar el defecto resultante de los implantes previos que habían producido una importante osteólisis y lateral a la osteosíntesis para estimular la formación de callo óseo lateral al implante.

En seis pacientes (1 consolidación fallida de húmero con infección activa y 5 fracturas expuestas de tibia), se realizó tratamiento en dos etapas siguiendo la técnica descrita por Masquelet,⁵ con cultivos, *toilette*, desbridamiento y colocación de un espaciador de cemento con antibióticos en un primer tiempo quirúrgico a nivel de la lesión y, luego, en un segundo tiempo quirúrgico, colocación de aloinjerto óseo (combinado con autoinjerto óseo de cresta ilíaca) en el lecho con la membrana inducida por el espaciador (Fig. 1). En los seis casos que afectaban el húmero, se utilizó solo aloinjerto (molido en 5 casos y molido asociado a planchas de hueso estructural en un caso); mientras que, en los 15 casos que afectaban al miembro inferior, se empleó: a) solo aloinjerto en 4 casos (molido en una fractura de fémur, una consolidación fallida de fémur y una consolidación fallida de tibia, y molido asocia-

do a estructural en una consolidación fallida de fémur), b) aloinjerto molido asociado a injerto óseo autólogo de cresta ilíaca en 10 casos y c) en un defecto circunferencial de tibia, aloinjerto estructural de diáfisis tibial asociado a aloinjerto molido más injerto óseo autólogo de cresta ilíaca. En todas las reconstrucciones, se le asoció al injerto 2 g de vancomicina en polvo.

La estabilización al momento de la cirugía definitiva se efectuó con placa bloqueada de compresión (LCP) en 3 casos (2 consolidaciones fallidas de húmero, 1 consolidación fallida de fémur); con clavo-placa bloqueado de 90°, en 4 consolidaciones fallidas de húmero; con clavo-placa de 95°, en 2 consolidaciones fallidas de fémur; con clavo-placa de 95° más placa condílea bloqueada, en una consolidación fallida de fémur; placa condílea bloqueada en una fractura cerrada de fémur, doble placa condílea bloqueada en 2 consolidaciones fallidas de fémur; clavo endomedular en 6 tibias (3 fracturas expuestas y 3 consolidaciones fallidas) y placa tipo palo de hockey en 2 fracturas expuestas de tibia proximal. En cuatro pacientes, se realizaron colgajos para cobertura de defectos de partes blandas (3 colgajos rotatorios de gemelo interno y 1 colgajo dorsal ancho).

Las indicaciones para el uso de aloinjerto en miembro superior fueron: a) 5 casos con consolidaciones fallidas y defectos óseos no circunferenciales, en pacientes que ya habían sufrido la toma de injerto óseo autólogo en cirugías previas (cresta ilíaca en 7 casos [en 2 casos bilateral] y peroné no vascularizado en 1 caso) y se rehusaron a una nueva toma de injerto autólogo; y b) una paciente con consolidación fallida de húmero internada en un centro psiquiátrico por depresión, con marcada osteoporosis, sin defecto óseo, y el aloinjerto se indicó para rellenar el defecto resultante del implante previo que había producido una importante osteólisis. Las indicaciones para el uso de aloinjerto en miembro inferior fueron: a) el defecto por rellenar era muy significativo y el autoinjerto de cresta ilíaca era insuficiente para rellenar el defecto (13 casos), b) una paciente psiquiátrica, con diagnóstico de esquizofrenia y antecedente de fractura de fémur proximal ipsilateral, con mala evolución, quien había sido sometida a cirugía de Girdlestone y c) una paciente que ya había tenido una cirugía con autoinjerto óseo y se negó a un nuevo autoinjerto. Durante el período de estudio, no se disponía del sistema de fresado con irrigación/aspiración (RIA, Synthes)⁶ en la Argentina.

Resultados

La consolidación luego del aloinjerto molido de Banco se logró en 14 casos tras un promedio de 8 meses (rango de 4 a 18 meses) (Tabla 2); de los 7 restantes, se logró la consolidación luego de cirugías de revisión en 5 casos (cambio de osteosíntesis y agregado de injerto óseo: cabeza femoral molida [1 caso], cabeza femoral molida más injerto óseo autólogo de cresta ilíaca [2 casos] e injerto



A



B



C



Figura 1. Hombre con fractura expuesta de tibia Gustilo IIIA. **A.** Estabilización inicial con tutor externo tubular tipo AO. **B.** Cinco días: reducción y osteosíntesis con clavo endomedular no fresado más espaciador de cemento con antibiótico en defecto óseo (técnica de Masquelet). **C.** Consolidación a los seis meses del cambio de CEM, autoinjerto óseo de cresta ilíaca más aloinjerto molido de cabeza femoral.

Tabla 2. Consolidación ósea/defecto óseo

Defecto	Total	Consolidación	Consolidación fallida
Circunferencial	6	4	2
No circunferencial	13	9	4
Sin defecto	2	1	1

óseo autólogo de cresta ilíaca [2 casos]); un caso permaneció sin consolidación y otro fue amputado (Tabla 3). Las complicaciones fueron: una necrosis de la cabeza humeral, una neurapraxia del nervio radial con recuperación parcial, consolidación fallida en 7 casos e infección en 5 casos. La necrosis avascular de la cabeza humeral ocurrió en una paciente depresiva, fumadora, con siete cirugías previas (Fig. 2). La paciente con neurapraxia radial ya sufría este cuadro en el preoperatorio y, pese a una neurólisis, se obtuvo solo una recuperación parcial del nervio, con buena extensión de muñeca y extensión débil de dedos. Hubo cinco casos de infección: 3 por *Staphylococcus aureus* (una curó con tratamiento antibiótico; la segunda consolidó, pero necesitó extracción del clavo endomedular a los 13 meses del posoperatorio, con buena evolución; y la tercera ocurrió en un paciente con un defecto segmentario de 17 cm tratado con aloinjerto estructural, que fue amputado); y 2 por *Pseudomonas aeruginosa*, en el paciente con consolidación fallida de fémur bilateral, con consolidación en uno y consolidación fallida en el otro. El tiempo de internación promedió 3.04 días (rango de 2 a 5 días).

En ocho casos, se utilizó aloinjerto molido (cabeza femoral o humeral) y se logró la consolidación en 6 de ellos, a los 5.16 meses promedio (rango de 4 a 7 meses); en 10 casos, se usó aloinjerto molido más autólogo de cresta ilíaca y se obtuvo la consolidación en siete casos, a los 9.85 meses promedio (rango de 4 a 18 meses); en dos casos, se empleó aloinjerto molido más estructural, con una consolidación a los 12 meses; en un caso, se utilizó aloinjerto estructural más autólogo de cresta ilíaca, sin lograr la consolidación (Tabla 4).

Discusión

El empleo de injertos óseos para contribuir al tratamiento o la curación de lesiones esqueléticas es frecuente; el injerto autólogo de cresta ilíaca continúa siendo el injerto de referencia para dichos procedimientos. La morbilidad relacionada con la obtención del injerto de cresta ilíaca, así como su poca disponibilidad (no suele ser suficiente para rellenar defectos segmentarios o de tamaño importante) han promovido la búsqueda de otras alternativas.

Tabla 3. Consolidación ósea/hueso afectado

Hueso afectado	Total	Consolidación	Consolidación fallida
Húmero	6	5	1
Tibia	8	7	1
Fémur	7	2	5

Algunas de las ventajas del injerto autólogo son la completa histocompatibilidad sin posibilidad de transmitir enfermedades, la osteointegración más rápida y el menor tiempo de fusión;⁶ mientras que sus principales desventajas son la cantidad limitada de tejido óseo, el dolor y el riesgo de hematomas, daño neurovascular y fracturas pelvianas.^{3,7} El aloinjerto óseo fresco congelado representa una opción de reconstrucción en defectos óseos en los que el autoinjerto no es suficiente o su uso no es posible; evita la morbilidad del sitio donante, es abundante, disminuye la estadía hospitalaria y el tiempo de cirugía; pero el uso de estos aloinjertos no está exento de complicaciones, puede asociarse a problemas, como transmisión de infecciones y enfermedades, y tiene una menor y más lenta incorporación que el autoinjerto.⁸⁻¹⁰ En nuestra serie, se logró la consolidación después del aloinjerto en 14 de 21 casos (66%).

En un trabajo prospectivo, An y cols.¹ compararon el uso de injerto autólogo de cresta, aloinjerto de Banco (cabeza femoral congelada), injerto óseo liofilizado y mezcla de injerto óseo liofilizado más autólogo de cresta en artrodesis lumbar. Colocaron, en un lado de la fusión lumbar, injerto autólogo de cresta ilíaca y, en el contralateral, injerto óseo liofilizado, de Banco o mezcla de liofilizado más autólogo. Llegaron a la conclusión de que el injerto autólogo es superior a los restantes en cuanto a tasa de consolidación y calidad del injerto una vez consolidado, en fusiones lumbares. Por otro lado, Aurori¹⁰ determinó que la eficacia del injerto autólogo de cresta ilíaca comparado con el heterólogo (cabeza femoral molida de Banco) en fijación torácica de escoliosis en niños es similar, por lo que, en este grupo, recomienda el injerto de Banco, pues se asocia a menor tiempo quirúrgico y menor morbilidad en el sitio dador. McLaren y cols.⁸ determinaron los niveles locales terapéuticos, como mínimo tres semanas después de colocar el injerto óseo con antibiótico. Por otra parte, se determinó que el agregado de antibiótico no provoca ningún cambio radiológico, histológico o biomecánico en cuanto a la consolidación comparado con el injerto sin antibiótico.¹¹ En nuestra serie, el antibiótico asociado al injerto óseo de cabeza femoral fue, en todos los casos, 2 g de vancomicina en polvo.²

Aponte-Tinao y cols.,¹² en su serie de 70 pacientes con reconstrucciones tumorales de miembro superior con aloin-



A



B

Figura 2. Mujer, depresiva, fumadora, con siete cirugías previas (3 sistemas de osteosíntesis diferentes, injerto óseo de cresta ilíaca en dos oportunidades y un peroné libre no vascularizado).

A. Osteosíntesis con placa bloqueada floja, marcada osteólisis, defecto segmentario no circunferencial.

B. Tres años de evolución, se utilizó aloinjerto estructural y estabilización con clavo-placa bloqueado de 90°; se observan consolidación y necrosis avascular de la cabeza humeral.

jerto (38 casos con aloinjertos osteoarticulares, 23 aloinjertos periprotésicos y 9 aloinjertos intercalares), identificaron complicaciones que necesitaron de una segunda cirugía en 22 pacientes (32%): 7 recurrencias locales, 2 infecciones profundas, 5 fracturas, 5 resorciones y 3 consolidaciones fallidas. Solo 16 (23%) de ellos requirieron la remoción del injerto (4 recurrencias locales, 5 resorciones, 2 infecciones y 5 fracturas). En nuestra serie, siete pacientes (33,33%) necesitaron una segunda cirugía, con malos resultados en dos casos (9,5%).

En nuestra serie, el tratamiento en etapas, siguiendo la técnica descrita por Masquelet,⁵ se efectuó en fracturas expuestas y consolidaciones fallidas, en donde hubo una importante exposición ósea, defectos óseos segmentarios y un pobre lecho receptor, con contaminación o infección, necesidad de amplios desbridamientos y cobertura mediante colgajos en ciertos casos para cubrir defectos de partes blandas.¹³ Las indicaciones del uso de aloinjerto fueron todas lesiones con un segmento por rellenar muy significativo como para hacerlo adecuadamente solo

Tabla 4. Descripción de los casos

Caso	Edad	Sexo	Lesión	Localización	Cirugías previas	DOC (cm)	DONC (%)	Tratamiento previo	Tratamiento definitivo	Tipo de injerto	Tratamiento inicial a aloinjerto (meses)	Consolidación (meses)	Consolidación posrevisión (meses)	Complicaciones
1	60	F	SHD	Diáfisis	1	No	No	PCB de 4,5	Revisión PCB con cambio de tornillos + decorricación foco + ALO OCF	ALO OCF	6	5		No
2	68	F	SHI	Diáfisis	3	No	40	1) PCD de 4,5, 2) CEM, 3) espaciador de cemento con antibiótico	CP 90°	ALO OCF	19	5		No
3	68	F	SHI	Diáfisis	1	No	50	PCD de 4,5	CP 90°	ALO OCF	20	4		No
4	74	F	SHI	Diáfisis	2	No	40	1) Yeso braquialpar, 2) PCD, 3) revisión de PCD	PCB 4,5	ALO OCF	12	4		No
5	49	F	SHI	Diáfisis	6	No	70	1) Tutor externo, 2) PCD, 3) revisión de PCD, AUT OCI, injerto de peroné no vascularizado, 4) T y D x2, 5) PCB	CP 90° ALO OCF + ALO OE	ALO OCH	42	12		Necrosis de la cabeza humeral
6	57	F	SHD	Diáfisis	1	No	30	1) PCB, 2) ALO OCF	CP 90° AUT OCI + ALO OCF	ALO OCF	6	No	4	Apraxia radial, recuperación parcial
7	38	M	FETD	Diáfisis	2	7	No	1) Tutor externo + espaciador de cemento con antibióticos, 2) CEM + espaciador de cemento con antibiótico + CAV, 3) AUT OCI + ALO OCF	CEM	ALO OCF + AUT OCI	2	7		No
8	19	M	FETI	Diáfisis	2	10	No	1) CEM + espaciador de cemento con antibiótico, 2) AUT OCI + ALO OCF	CEM	ALO OCF + AUT OCI	1	5		No
9	30	M	FETI	Diáfisis	5	7	No	1) Tutor externo + CAV + revascularización de paquete poplíteo, 2) clavo Kuntscher + espaciador de cemento con antibiótico + colgajo rotatorio de gemelo int., 3) injerto libre de piel	CEM + AUT OCI + ALO OCF	ALO OCF + AUT OCI	3	18		Infección por SASM. EMO CEM
10	22	M	FETI	Metáfisis proximal	2	No	70	1) Tutor externo + espaciador de cemento con antibiótico + colgajo rotatorio de gemelo int. + CAV, 2) injerto libre de piel	Placa en palo de hockey + AUT OCI + ALO OCF	ALO OCF + AUT OCI	1	12		No
11	58	M	FETI	Metáfisis proximal	3	2	No	1) Placa en palo de hockey, 2) colgajo rotatorio de gemelo int., 3) espaciador de cemento con antibiótico, 4) AUT OCI + ALO OCF	Placa en palo de hockey	ALO OCF + AUT OCI	16	18		Infección por SASM
12	45	M	STD	Diáfisis	3	No	40	1) Tutor externo, 2) AUT OCI, 3) CEM recubierto con antibiótico, 4) ALO OCF	CEM	ALO OCF	12	6		No
13	29	F	SFD	Metáfisis distal	3	No	No	1) Tornillos canulados + tenografía de cuádriceps + tutor externo + perlas con antibiótico, 2) T y D, 3) PCB, 4) AUT OCI + ALO OCF, 5) CP 95°	CP 95°	ALO OCF + AUT OCI	1 1/2	No	5	No
14	22	M	FEFD	Metáfisis distal	2	No	70	1) Tutor externo, 2) PCB lateral, 3) PCB medial + AUT OCI + ALO OCF	Doble PCB	ALO OCF + AUT OCI	1	5		No
15	58	F	SFD	Metáfisis distal	3	No	30	1) Tutor externo, 2) PCB, 3) T y D, 4) CP + AUT OCI + ALO OCF	CP por lateral y PCB por medial + AUT OCI	ALO OCF + AUT OCI	18	No	12	Infección por <i>Pseudomonas aeruginosa</i>
16	58	F	SFI	Metáfisis distal	3	No	30	1) Tutor externo, 2) PCB, 3) T y D, 4) CP 95° + ALO OCF + ALO OE, 5) revisión de tornillos + PCB por medial + ALO OCF, 6) <i>bypass</i> femoropoplíteo, 7) T y D, 8) T y D	CP 95°	ALO OCF + ALO OE	18	No	No	Compresión vascular, <i>bypass</i> femoropoplíteo + infección por <i>Pseudomonas aeruginosa</i>
17	25	M	SFD	Diáfisis	1	5	No	1) PCB, 2) revisión de PCB por lateral + AUT OCI + ALO OCF, 3) PCB por medial, 4) plasma rico en plaquetas, 5) AUT OCI + AUT óseo de peroné no vascularizado	Doble PCB + AUT OCI + AUT óseo de peroné no vascularizado	ALO OCF + AUT OCI	12	No	5	No
18	56	F	SFI	Diáfisis	3	No	30	1) Tutor externo, 2) tracción esquelética, 3) PCB 4,5, 4) ALO OCF, 5) ruptura de placa, revisión PCB + ALO OCF	PCB + ALO OCF	ALO OCF	6	No	4	Falla del material, revisión PCB + injerto de cabeza femoral
19	35	M	STI	Diáfisis	1	No	40	1) CEM, 2) AUT OCI + ALO OCF	CEM + AUT OCI + ALO OCF	ALO OCF + AUT OCI	6	4		No
20	54	F	FFD	Metáfisis distal	0	No	50	PCB + ALO OCF	PCB + ALO OCF	ALO OCF	0	7		No
21	26	M	STI	Diáfisis	5	17	No	1) Tutor externo, 2) espaciador de cemento con antibiótico y colgajo dorsal ancho, 3) <i>Toilette</i> , 4) nuevo colgajo dorsal ancho, 5) injerto libre de piel, 6) CEM + ALO OE + ALO OCF + AUT OCI, 7) seudoproximal al injerto estructural: PCB + AUT OCI, 8) PCB distal a injerto estructural + AUT OCI, 9) T y D, 10) EMO PCB a proximal y distal de ALO OE	Amputación supracondílea	ALO OCF + ALO OE + AUT OCI	4	No	No	Infección por SAMR

SHD: pseudoartrosis de húmero derecho
 SHI: pseudoartrosis de húmero izquierdo
 FETD: fractura expuesta de tibia derecha
 FETI: fractura expuesta de tibia izquierda
 STD: pseudoartrosis de tibia derecha
 SFD: pseudoartrosis de fémur derecho
 FEFD: fractura expuesta de fémur derecho
 FFD: fractura de fémur derecho
 SFI: pseudoartrosis de fémur izquierdo

STI: pseudoartrosis de tibia izquierda
 CEM: clavo endomedular
 PCB: placa de compresión bloqueada
 DOC: defecto óseo circunferencial
 DONC: defecto óseo no circunferencial
 AUT OCI: aloinjerto óseo de cresta ilíaca
 T y D: *toilette* y desbridamiento
 CP: clavo placa

ALO OCF: aloinjerto óseo de cabeza femoral
 PCD: placa de compresión dinámica
 ALO OE: aloinjerto óseo estructural
 ALO OCH: aloinjerto óseo de cabeza humeral
 EMO: extracción de material de osteosíntesis
 SASM: *Staphylococcus aureus* sensible a metilicina
 CAV: cierre asistido por vacío
 SAMR: *Staphylococcus aureus* multirresistente

con autoinjerto óseo; pacientes con múltiples cirugías previas, inclusive autoinjertos, que se negaron a una nueva toma de autoinjerto; o pacientes con patologías psiquiátricas graves en quienes se consideró que la morbilidad del lecho dador si se utilizaba autoinjerto podría descompensar la patología de base. La evaluación de los pacientes de nuestra serie muestra que, en defectos óseos no circunferenciales, el uso aislado de aloinjerto representa una buena opción para quienes no aceptan o tienen contraindicado el uso de autoinjerto; mientras que la combinación de autoinjerto óseo y aloinjerto óseo tiene su mejor indicación en defectos circunferenciales significativos, en los que el uso aislado de autoinjerto no sería suficiente como para rellenar adecuadamente el defecto. En un solo caso de esta serie, se empleó aloinjerto estructural masivo para reemplazar un defecto tibial de 17 cm, que se infectó y fue amputado; en el resto de los casos, el aloinjerto se utilizó molido o combinando aloinjerto molido y estructural, según la indicación: con función osteoconductora (en este caso, se lo molía) o con el fin de permitir incrementar la estabilidad (en este caso, se lo colocaba como placas de injerto estructural).

La incorporación del injerto óseo depende de la relación entre este (autoinjerto, aloinjerto o sustituto sintético) y el sitio receptor.¹⁴ El desbridamiento meticuloso y amplio, y la escisión de todo tejido avascular, necrótico e infectado representan la primera y más importante tarea que el cirujano debe realizar. Luego, el mismo cirujano, basado en factores del paciente (edad, estado nutricional, trastornos metabólicos, cirugías previas, etc.), del hueso afectado (calidad ósea, ubicación de la lesión, magnitud de la pérdida ósea, etc.) y del lecho receptor (contaminación, cobertura, implantes, etc.), así como de las posibilidades de realizar una osteosíntesis estable, será quien deberá decidir si optará por la reconstrucción en forma primaria o en etapas, y qué método de estabilización, osteoconducción y osteoinducción utilizará en cada caso en particular, con el objetivo de restaurar la anatomía y obtener la consolidación.

La adición de antibióticos, fijadores de calcio (alendronatos), proteínas morfogenéticas (BMP), plasma rico en plaquetas, etc., al injerto óseo, a los sustitutos óseos o a otros elementos empleados como conductores (polimetilmetacrilato) pueden darles la función de sistemas de transporte,¹⁵ con el aporte de niveles locales más altos de estas diferentes sustancias, con baja difusión sistémica, para así disminuir las reacciones adversas e incrementar su eficacia local.^{13,16}

El método Ilizarov desarrollado originalmente en 1950, basado en osteogénesis por distracción ha sido exitoso para tratar la discrepancia de longitud de miembros y defectos óseos segmentarios, así como también para tratar las consecuencias del trauma, como mala alineación

y consolidación fallida. En tratamiento de consolidaciones fallidas infectadas, Marsh comunica un 87% de consolidaciones mediante este método.¹⁷ Sin embargo, este método no está exento de complicaciones, como las infecciones de los tornillos, hasta en el 10-20%.¹⁸ Esta es una técnica demandante, no solo durante el acto quirúrgico, sino también para los cuidados posquirúrgicos, las curaciones de los tornillos y el mantenimiento del tutor. Creemos que es una técnica por considerar para reconstrucciones complejas de miembros, aunque necesita de una larga curva de aprendizaje. En ningún paciente de nuestra serie, se utilizó, debido a la predilección del equipo quirúrgico.

El desarrollo de técnicas modernas de toma de injerto, como el sistema de fresado con irrigación/aspiración (RIA; Synthes) combina el fresado endomedular con irrigación y aspiración del material, y se obtienen volúmenes promedio de autoinjerto óseo de 40 cm³ en fémur y de 33 cm³ en tibia.⁶ Estudios demostraron que el fresado del canal endomedular se asocia al aumento de liberación de factores de crecimiento, como el factor de crecimiento de endotelio vascular y el factor de crecimiento derivado de plaquetas en un 111,2% y 115,6%, respectivamente, a nivel local.¹⁹ El injerto proveniente del fresado es rico en células madre, células osteogénicas y factores de crecimiento, como aquel de cresta ilíaca, con cifras comparables de unión, pero con la ventaja de menores tasas de dolor agudo y crónico.²⁰ A diferencia del fresado tradicional, este sistema se relaciona con una menor producción de calor intramedular, presiones intramedulares más bajas, con la consiguiente disminución de las complicaciones pulmonares.

Las principales complicaciones son fracturas iatrogénicas y compromiso hemodinámico. Aunque la pérdida sanguínea promedio es de 200 a 500 ml, un gran volumen sanguíneo puede ser aspirado del canal endomedular.⁶ Scharfenberger y Weber²¹ describen la extracción de 73 cm³ de injerto óseo, en promedio, al utilizar este método en ocho pacientes, con un descenso de 4,4 g/dl de hemoglobina y 12,3% de hematocrito promedio, aunque fue necesaria una transfusión de sangre en solo un caso. De otro modo, se recomienda el uso de fluoroscopia durante el fresado para evitar las fracturas iatrogénicas. El sistema RIA debe ser considerado en aquellos pacientes con riesgo de infección en el sitio de toma de injerto, con toma previa de injerto de cresta ilíaca o cuando el volumen de injerto necesario exceda el que se dispone con las técnicas tradicionales.

Este sistema con múltiples ventajas no se encontraba disponible en nuestro país, cuando se realizó este trabajo. Creemos que estas nuevas técnicas modificarían las indicaciones de aloinjerto para parte de los pacientes presentados en la serie.

Conclusiones

En los pacientes de nuestra serie, con múltiples cirugías, defectos óseos o trastornos psiquiátricos graves, el uso de aloinjerto óseo crioconservado aislado o asociado a autoinjerto nos permitió obtener buenos resultados (18 de 21

casos consolidaron), aunque cinco requirieron cirugías de revisión. El advenimiento de nuevas tecnologías moleculares, biológicas, genéticas y sistemas de toma de injerto (como el RIA) hacen que la indicación de aloinjertos en reconstrucciones postraumáticas probablemente sea cada vez menos frecuente.

Bibliografía

1. **An HS, Lynch K, Toth J.** Prospective comparison of autograft vs. allograft for adult posterolateral lumbar spine fusion: differences among freeze-dried, frozen, and mixed grafts. *J Spinal Disord* 1995;8(2):131-5.
2. **Winkler H.** Rationale for one stage exchange of infected hip replacement using uncemented implants and antibiotic impregnated bone graft. *Int J Med Sci* 2009;6(5):247-52.
3. **López Millán L, Aponte Tino L, Farfalli G, Ayerza M, Muscolo DL.** Reconstrucción de defectos segmentarios del fémur con aloinjerto óseo intercalar. *Rev Asoc Argent Ortop Traumatol* 2011;76:309-15.
4. **Ateschrang A, Ochs BG, Lüdemann M, Weise K, Albrecht D.** Fibula and tibia fusion with cancellous allograft vitalised with autologous bone marrow: first results for infected tibial non-union. *Arch Orthop Trauma Surg* 2009;129(1):97-104.
5. **Masquelet AC, Fitoussi F, Begue T, Muller GP.** Reconstruction of the long bones by the induced membrane and spongy autograft. *Ann Chir Plast Esthet* 2000;45:346-53.
6. **Myeroff C, Archdeacon M.** Autogenous bone graft: donor sites and techniques. *J Bone Joint Surg Am* 2011;93(23):2227-36.
7. **Sasso RC, LeHuec JC, Shaffrey C; Spine Interbody Research Group.** Iliac crest bone graft donor site pain after anterior lumbar interbody fusion: a prospective patient satisfaction outcome assessment. *J Spinal Disord Tech* 2005;18:77-81.
8. **McLaren AC, Miniaci A.** In vivo study to determine the efficacy of cancellous bone graft as a delivery vehicle for antibiotics. *Trans Soc Biomat* 1986;12:1.
9. **Gray JC, Elves MW.** Osteogenesis in bone grafts after short-term storage and topical antibiotic treatment. An experimental study in rats. *J Bone Joint Surg Br* 1981;63:441-5.
10. **Aurori BF, Weierman RJ, Lowell HA, Nadel CL, Parsons JR.** Pseudarthrosis after spinal fusion for scoliosis. A comparison of autogeneic and allogeneic bone grafts. *Clin Orthop Relat Res* 1985;199:153-8.
11. **Lindsey RW, Probe R, Miclau T, Alexander JW, Perren SM.** The effects of antibiotic-impregnated autogeneic cancellous bone graft on bone healing. *Clin Orthop Relat Res* 1993;291:303-12.
12. **Aponte-Tino LA, Ayerza MA, Muscolo DL, Farfalli GL.** Allograft reconstruction for the treatment of musculoskeletal tumors of the upper extremity. *Sarcoma* 2013; ID 925413, 6 páginas.
13. **Allende C.** Cement spacers with antibiotics for the treatment of posttraumatic infected nonunion and bone defects of the upper extremity. *Tech Hand Up Extrem Surg* 2010;14(4):241-7.
14. **Canale ST.** *Campbell Cirugía Ortopédica*, 10th ed. Tennessee: Edit. Mosby; 2004;3:1692.
15. **Aspenberg P, Astrand J.** Bone allografts pretreated with a biphosphonate are not resorbed. *Acta Orthop Scand* 2002;73(1):20-3.
16. **Cid Causteulani A.** Enriquecimiento de injerto autólogo con concentrado de factores de crecimiento. *Rev Asoc Argent Ortop Traumatol* 2007;72:373-81.
17. **Hollenbeck ST, Woo S, BS, Ong S, Fitch RD, Erdmann D, Levin LS.** The combined use of the Ilizarov method and microsurgical techniques for limb salvage. *Ann Plast Surg* 2009;62:486-91.
18. **Lowenberg DW, Feibel RJ, Louie KW, Eshima L.** Combined muscle flap and Ilizarov reconstruction for bone and soft tissue defects. *Clin Orthop Relat Res* 1996;322:37-51.
19. **Giannoudis PV, Pountos I, Morley J, Perry S, Tarkin HL, Pape HC.** Growth factor release following femoral nailing. *Bone* 2008;42:751-7.
20. **Belthur MV, Conway JD, Jindal G, Ranade A, Herzenberg JE.** Bone graft harvest using a new intramedullary system. *Clin Orthop Relat Res* 2008;466:2973-80.
21. **Scharfenberger AV, Weber TG.** Reamer irrigator aspirator (RIA) for bone graft harvest: applications for grafting large segmental defects in the tibia and femur. *J Bone Joint Surg Br* 2008;90:(Suppl 1):95.

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.