

INVESTIGACIÓN

Resultados de la incorporación de aloinjerto óseo libre crioconservado no histocompatible vs. aloinjerto óseo fresco libre no histocompatible

Cirugía experimental

I. BITAR, B. T. ALLENDE, B. L. ALLENDE, G. BREGLIA, C. ALLENDE, G. GONZALES, C. COCCO y T. FILLI

Sanatorio Allende, Córdoba, Provincia de Córdoba.

RESUMEN: Desarrollamos un estudio experimental cuyo propósito principal fue comparar y ayudar a esclarecer el proceso de incorporación del aloinjerto óseo, teniendo en cuenta su habitual forma de utilización, aloinjerto óseo crioconservado libre no histocompatible (AOC), y su forma menos experimentada, como aloinjerto cortical fresco libre no histocompatible (AOF). Se intervinieron quirúrgicamente 40 conejos neozelandeses, no consanguíneos, divididos en 2 grupos experimentales controles, grupo A y grupo B. Se creó un defecto óseo en diálisis femoral y se colocó AOC intercalar en el grupo A, y AOF intercalar en el grupo B. Los resultados fueron evaluados a los seis meses del trasplante mediante la interrelación de dos variables independientes, clase de injerto y tiempo de estudio, con variables dependientes analizadas por radiología e histología. La incorporación radiológica e histológica del grupo A arrojó mejores resultados porcentuales que aquellos animales tratados con AOF. El porcentaje de complicaciones fue menor en el grupo A. Probablemente, la no consanguinidad entre donante y receptor, el mayor potencial inmunogénico del AOF y la respuesta inmunológica del receptor, atenuada por los efectos de la crioconservación, hayan sido los factores que condicionaron una mejor incorporación porcentual del AOC; sin embargo, la incorporación del AOF fue aceptable y con un porcentaje de complicaciones que no se aleja de los valores publicados. Estadísticamente, el valor *p* arrojó resultados no significativos.

PALABRAS CLAVE: Aloinjerto óseo.

RESULTS OF NON-HISTOCOMPATIBLE FREE FROZEN BONE ALLOGRAFT VS. NON-HISTOCOMPATIBLE FREE FRESH BONE ALLOGRAFT EXPERIMENTAL SURGERY

ABSTRACT: An experimental study principally aimed at comparing and helping to make clear the process of insertion of bone graft, taking into account its common method of use, that is, non-histocompatible free frozen bone allograft (FBA), and its least used form, that is, non-histocompatible free fresh cortical allograft (FrBA) was performed. 40 New Zealand rabbits, non-consanguineous, divided in two experimental control groups, group A and B, were operated on. A bone defect in femoral shaft was created; FBA was inserted in group A and FrBA was inserted in group B. Results were evaluated after six months of the transplantation, taking into account the interrelation between two independent variables, graft class and time of study, and dependent variables radiologically and histologically analyzed. The radiographic and histological incorporation of group A yielded better percentage results when comparing them with those obtained in animals treated with FrBA. There were less untoward effects in group A. The factors that may have determined the better percentage of incorporation of FBA are the fact that donor and recipient were non-consanguineous, the higher immunogenic potential of FrBA and the immunological response of the recipient, attenuated by frozen techniques' effects. However, the insertion of FrBA was acceptable and showed a percentage of untoward effects that is not very different from published values. Statistically, *p* value yielded non-significant results.

KEY WORDS: Bone allograft.

Recibido el 15-12-1999. Aceptado luego de la evaluación el 12-04-2000.

Correspondencia:

Dr. I. BITAR
Sanatorio Allende
Av. Hipólito Irigoyen 384
(5000) Córdoba
Pcia. de Córdoba
Argentina

Solucionar las grandes pérdidas óseas mediante un procedimiento reconstructivo constituye uno de los problemas más complejos de la cirugía ortopédica.

El sustituto ideal debe ser biológico, no desgastarse con el tiempo, de alta resistencia, de bajo costo, de escasa morbilidad para el paciente, de fácil manejo operatorio, que ocasione el menor trauma quirúrgico, etcétera.^{1,6,10,12,15,17}

Con la creación de los nuevos bancos de huesos, el perfeccionamiento de las técnicas de crioconservación, el advenimiento de la nueva era de antibióticos y los avances en los campos genético, laboratorial y de diagnóstico por imágenes, se ha logrado incorporar exitosamente el injerto óseo homólogo.

Debido al buen manejo de estos condicionantes, los riesgos en la utilización de este sustituto biológico han disminuido progresivamente, mientras que sus aplicaciones ya no se limitan a oncología, sino que también se lo indica en artrodesis de diversas articulaciones, revisiones de grandes articulaciones, fracturas, pseudoartrosis, etcétera.

La incorporación es un éxito si se logra revascularizar el injerto, estimular la formación de hueso nuevo y obtener fuerza estructural precoz.

Este fenómeno no es bien conocido aún, el número de factores que pueden modificarlo es muy amplio y son motivo de nuevos trabajos experimentales, por lo tanto, es aventurado decir que el aloinjerto óseo haya abandonado el campo de la experimentación.

Bajo nuestras condiciones y posibilidades de trabajo, decidimos realizar este estudio experimental con el propósito de ayudar a esclarecer el proceso de incorporación del injerto óseo homólogo, teniendo en cuenta su forma habitual de utilización, aloinjerto óseo libre crioconservado no histocompatible (AOC), y su forma de experimentación menos conocida, aloinjerto óseo fresco libre no histocompatible (AOF).

Nuestros objetivos fueron:

1. Determinar, a los 6 meses de realizado el trasplante, los resultados radiológicos e histológicos en la incorporación del AOC vs. AOF.

2. Determinar cuáles fueron las complicaciones radiológicas e histológicas en el lecho receptor, a los 6 meses de colocado el injerto en ambos grupos controles.

El futuro del aloinjerto óseo apunta principalmente al control de dos bastiones fundamentales en la incorporación, la respuesta inmunitaria y el proceso de revascularización.

Material y métodos

De una muestra de 40 conejos neozelandeses, no consanguíneos, de 2500 g de peso y 8 meses de edad, se crearon dos grupos experimentales controles. El grupo A, integrado por 20 conejos, fue tratado con AOC, y el grupo B fue tratado con AOF.

Bajo anestesia general se realizó abordaje de la diáfisis femoral media por vía lateral, entre el músculo vasto externo y el bíceps crural, con mínima desperiostización. Con motor y escoplo se realizó una osteotomía diafisaria proximal y distal, con resección del 23% (2 cm) de la longitud total del fémur (8,5 cm).

Se realizó injerto óseo cortical intercalar crioconservado (grupo A) o fresco (grupo B).

A través del foco de osteotomía se llevó a cabo una osteosíntesis de relativa estabilidad (callo óseo externo) mediante la combinación de enclavado endomedular con clavijas de Kirschner y cerclaje de alambre en el nivel de la osteotomía, otorgando estabilidad axial y rotacional.

En todos los casos, se utilizó como injerto hueso cortical metafisario de fémur y/o húmero de donante cadavérico (aloinjerto óseo estructural).

El protocolo de crioconservación consistió en lo siguiente: Bajo condiciones de asepsia y previa antisepsia, se intervino quirúrgicamente al donante cadavérico dentro de las 4 horas de sacrificarlo, se reseccionaron fémures y húmeros de los miembros correspondientes, se los despojó completamente de sus partes blandas, incluyendo médula ósea; a continuación, se talló un injerto cortical metafisario, de aproximadamente 2 cm de longitud.

Según protocolo, el injerto es lavado en solución salina estéril y envasado en 4 bolsas plásticas estériles cerradas, crioconservadas a -30°C en *freezer* convencional durante 3-5 meses.¹⁵⁷

El injerto es descongelado en forma inmediata a temperatura ambiente en 10 cm³ de solución salina embebida con 1 g de cefalotina de sodio y 80 mg de gentamicina, durante 3 horas, al cabo de las cuales se realiza el trasplante.

En forma semejante se obtiene y se trata el aloinjerto óseo fresco, sin aplicar protocolo de crioconservación.

Todos los animales fueron sacrificados, según protocolo, a los 6 meses del trasplante, para su evaluación radiológica e histológica.

Se evaluó la incorporación y las complicaciones mediante la interrelación de dos variables independientes: tiempo (6 meses) y clase de injerto (AOC vs. AOF), con sus respectivas variables dependientes en los ámbitos radiológico e histológico.

En el ámbito radiológico se evaluaron las siguientes variables dependientes:

1. Visibilidad radiológica de las osteotomías proximal y distal: Clasificada de acuerdo con el tipo de callo óseo y, por ende, de la visibilidad radiológica de la osteotomía, en: no visible (no se observa línea de osteotomía; callo óseo externo con buen remodelado óseo), levemente visible (observación parcial y línea de osteotomía difusa; presencia de callo óseo con signos progresivos de consolidación y remodelado parcial; ISOLS: fusión mayor al 75% sin fractura), moderadamente visible (observación de línea, pero con mayor nitidez que en el caso anterior; callo óseo pobre con falta de remodelado; ISOLS: fusión 25-75%) y totalmente visible (línea con visibilidad total; ausencia de callo).

2. Contorno del injerto: Clasificado, de acuerdo con su remodelado y distinción radiológica de los márgenes o de los contornos del hueso receptor adyacente, en: visible (bordes del injerto visibles en forma total al examen radiológico; no hay remodelado), moderadamente visible (bordes del injerto se confunden con los bordes del hueso receptor, signos incipientes de remodelado óseo), levemente visible (bordes del injerto con remodelado óseo parcial y difíciles de distinguir del hueso receptor adyacente) y totalmente visible (no hay distinción entre los bordes del injerto y los del hueso receptor; remodelado prácticamente total).

3. Reabsorción ósea: Clasificada porcentualmente, de acuerdo con la radiolucidez o la osteopenia radiológica del aloinjerto, en: ausente (densidad radiológica del injerto semejante en un 100% al hueso receptor; ISOLS: sin reabsorción; formación de nuevo periostio), leve (densidad radiológica del injerto semejante en un 80% al hueso receptor; ISOLS: reabsorción menor del 25% sin fractura), moderada (semejante en un 50% al hueso receptor; ISOLS: reabsorción 25-50%; sin fractura) e intensa (pérdida franca de la densidad radiológica del injerto vs. hueso receptor; diferencia inferior al 50%; ISOLS: reabsorción mayor al 50%, con fractura asociada).

Complicaciones radiológicas: Se evaluó presencia o ausencia radiológica de retardo de la consolidación (osteotomía moderadamente visible, callo óseo malo o atrófico y totalmente visible, ausencia de ca-

llo) y colapsos o fracturas completas del injerto. Todos los animales deambularon en campo abierto una semana después de ser operados.

En el ámbito histológico se evaluó:

1. Vascularización: Se realizó la clasificación en intervalos porcentuales: ausente (ausencia total de vasos en la superficie del injerto), presencia leve (revascularización del injerto entre un 10% y un 30%), presencia moderada (30-60%), presencia aumentada (>60%). Patrón de referencia: tomando iguales superficies, el punto de comparación fue el porcentaje de vasos sanguíneos del hueso receptor adyacente.

2. Masa total de células de remodelado óseo: Categorizada de manera similar a la anterior.

3. Callo óseo histológico: Teniendo en cuenta el predominio histológico del tejido conectivo en el nivel de la osteotomía, fue categorizado en: unión fibrosa, unión cartilaginosa, unión cartilago más hueso y unión de sólo hueso.

4. Masa total de injerto necrótico: Necrosis coagulativa en el cuerpo del injerto. Se observa tejido óseo con disminución o ausencia de células óseas. Clasificada en: leve (la superficie necrótica del injerto comprende entre un 0% y un 20% del total del injerto), levemente aumentada (20-40%), moderada (40-60%) y aumentada

Osteomielitis histológica: Presencia o ausencia histológica de osteomielitis aguda y/o crónica en la superficie del injerto. Para la evaluación, se tomaron radiografías de frente y de perfil a 40 fémures pertenecientes a ambos grupos experimentales; para el análisis, se utilizó un método observacional simple. El examen radiológico fue avalado por la observación y manipulación macroscópica de la pieza ósea.

Se realizó estudio histológico convencional a 32 injertos colocados, pertenecientes a los grupos experimentales A (16) y B (16). Las piezas óseas fueron colocadas en ácido fórmico durante una semana y luego cortadas en sentido sagital para su examen. Se realizó tinción con hematoxilina-eosina. Se empleó microscopía óptica convencional.

El análisis se efectuó por método observacional simple, llevado a cabo por el departamento de anatomía patológica. Se evaluó la superficie media del injerto, los sitios de osteotomía y el hueso receptor adyacente.

Resultados

Radiología

Visibilidad radiológica de la osteotomía (Tabla 1) De 40 osteotomías del grupo B (AOF) revisadas radiológicamente, el 70% no resultó visible, el 20% fue levemente visible, el 5% moderadamente visible y el 5% restante fue totalmente visible y sin evidencia de callo óseo. De las del grupo A (AOC), el 80% fue no visible, el 15% fue levemente visible y sólo el 5% resultó ser moderadamente visible al examen radiológico. No hubo porcentaje en la categoría totalmente visible.

Contorno del injerto (Tabla 2)

En el grupo A, observamos que el 20% de los márgenes de los aloinjertos fueron totalmente visibles, el 20% se distribuyó entre las categorías levemente visible y moderadamente visible y el 60% de los márgenes restantes no fueron visibles, ya que presentaban una correcta remodelación ósea y no se diferenciaron radiológicamente de los márgenes del hueso receptor.

En el grupo B, observamos un 40% de márgenes o contornos totalmente visibles, un 20% moderadamente visible y el 40% restante perteneció a la categoría no visible, con buenos signos de remodelado óseo.

Complicaciones (Tabla 3)

La complicación radiológica principal fue el retardo de la consolidación en el nivel de la osteotomía. Se registraron 2 retardos en el grupo A, que consistieron en callos óseos atróficos o malos, sin que se pudiera establecer la

Tabla 1. Visibilidad radiológica de la osteotomía

OSTEOTOMÍA Categorías	AOC		AOF	
	Frecuencia	%	Frecuencia	%
No visible	32	80	28	70
Levemente visible	6	15	8	20
Moderadamente visible	2	5	2	5
Totalmente visible	0	0	2	5
Total	40	100	40	100

Tabla 2. Visibilidad radiológica del contorno del injerto

CONTORNO DEL INJERTO Categorías	AOC		AOF	
	Frecuencia	%	Frecuencia	%
Visible total	4	20	8	40
Levemente visible	2	10	0	0
Moderadamente visible	2	10	4	20
No visible	12	60	8	40
Total	20	100	20	100

Tabla 3. Complicaciones radiológicas

COMPLICACIONES Categorías	AOC		AOF	
	Frecuencia	%	Frecuencia	%
Retardos	2	5	4	10
Infracciones	1	2,5	2	5
Total	40	100	40	100

evolución final. Ambos pertenecían a la categoría moderadamente visible de la variable "osteotomía", y presentaron falla de la osteosíntesis, con movimiento al examen macroscópico, en el nivel del foco de osteotomía proximal.

En el grupo B, se evidenciaron 4 retardos en la incorporación del injerto, 2 fueron callos óseos malos o atróficos y en 2 casos faltó callo óseo. De los 4 retardos registrados, 3 se vieron asociados a falla de la osteosíntesis (2 osteotomías proximales y 1 osteotomía distal) y 2 presentaron reabsorción ósea moderada.

Uno de los retardos se asoció con osteomielitis y reabsorción intensa del injerto.

Registramos 1 infracción o fisura en el aloinjerto perteneciente al grupo A y 2 infracciones en el grupo B. En caso alguno se evidenció fractura completa o colapso del aloinjerto.

Reabsorción del injerto (Tabla 4)

En el grupo A, el 90% de los aloinjertos colocados no sufrieron reabsorción ósea, sólo en un 10% de los casos, la densidad radiológica perteneció a la categoría leve.

En el grupo B, el 65% de los aloinjertos no sufrieron reabsorción, el 20% experimentó reabsorción leve, un

10%, reabsorción moderada y sólo en un animal se evidenció reabsorción intensa con pérdida franca de la densidad radiológica.

Histología

Vascularización total (Tabla 5)

El 100% de las 16 biopsias del grupo A se revascularizó a los 6 meses de colocado el injerto, en el 81 % de ellas se evidenció presencia aumentada de vasos sanguíneos, presencia moderada en el 12% y sólo en un 6%, presencia leve.

El 100% de las 16 biopsias del grupo B se revascularizó; el 37% de ellas lo hizo en forma aumentada, el 43% en forma moderada y el 18% restante, en forma leve.

Masa total de células de remodelado óseo (Tabla 6) El 100% de las biopsias analizadas del grupo A presentó células de remodelado óseo en la superficie media del aloinjerto; lo mismo se verificó en el total de biopsias pertenecientes al grupo B.

Si sumamos los porcentajes de las categorías presencia moderada y presencia aumentada de células del grupo A y las comparamos con el grupo B, observamos que la activi-

Tabla 4. Reabsorción ósea

REABSORCIÓN OSEA Categorías	AOC		AOF	
	Frecuencia	%	Frecuencia	%
Ausente	18	90	13	65
Leve	2	10	4	20
Moderada	0	0	2	10
Intensa	0	0	1	5
Total	20	100	20	100

Tabla 5. Vascularización total

VASOS SANGUÍNEOS Categorías	AOC		AOF	
	Frecuencia	%	Frecuencia	%
Ausente	0	0	0	0
Presencia leve	1	6	3	18
Presencia moderada	2	12	7	43
Presencia aumentada	13	81	6	37
Total	16	100	16	100

Tabla 6. Masa total de células de remodelado óseo

CÉLULAS OSEAS Categorías	AOC		AOF	
	Frecuencia	%	Frecuencia	%
Ausente	0	0	0	0
Presencia leve	2	12	4	25
Presencia moderada	5	31	8	50
Presencia aumentada	9	56	4	25
Total	16	100	16	100

Tabla 7. Callo óseo histológico

CALLO OSEO Categorías	AOC		AOF	
	Frecuencia	%	Frecuencia	%
Fibrosis	1	6	3	18
Cartílago	0	0	0	0
Cartílago + hueso	12	75	11	69
Sólo hueso	3	18	2	12
Total	16	100	16	100

dad celular en el proceso de revitalización del injerto muestra mejores resultados porcentuales en el grupo A (Fig. 1).

Callo óseo histológico (Tabla 7)

El material histológico predominante en el nivel osteotomía en ambos grupos controles fue: cartílago + hueso, grupo A, 75% y grupo B, 69%.

Si analizamos la categoría sólo hueso (hueso maduro), los resultados fueron: 18% grupo A y 12%, grupo B. Se halló tejido fibrovascular (ausencia de material osteogénico) en un 6% en el grupo A y en un 18% en el grupo B.

Osteomielitis (Fig. 2)

En ambos grupos se registraron 2 focos (12,5%) de osteomielitis en el nivel del cuerpo del aloinjerto óseo. En todos estos casos, el tipo de callo óseo que predominó fue la combinación de tejido cartilaginoso con tejido óseo; en un solo caso perteneciente al grupo B se evidenció tejido fibroso.

Masa total de injerto necrótico (Tabla 8)

En el grupo A se registró un 80% de necrosis leve del aloinjerto, un 19% perteneció a la categoría levemente aumentada y el 1% restante presentó moderados signos de necrosis.

En el grupo B, registramos un 57% de necrosis leve, el 25% perteneció a la categoría levemente aumentada, el 12% necrosis moderada y el 6%, necrosis aumentada. En general, hubo mayor superficie necrótica de injerto en el grupo B; posiblemente, el mayor componente celular activo del AOF lo coloquen en peores condiciones inmunológicas e in-

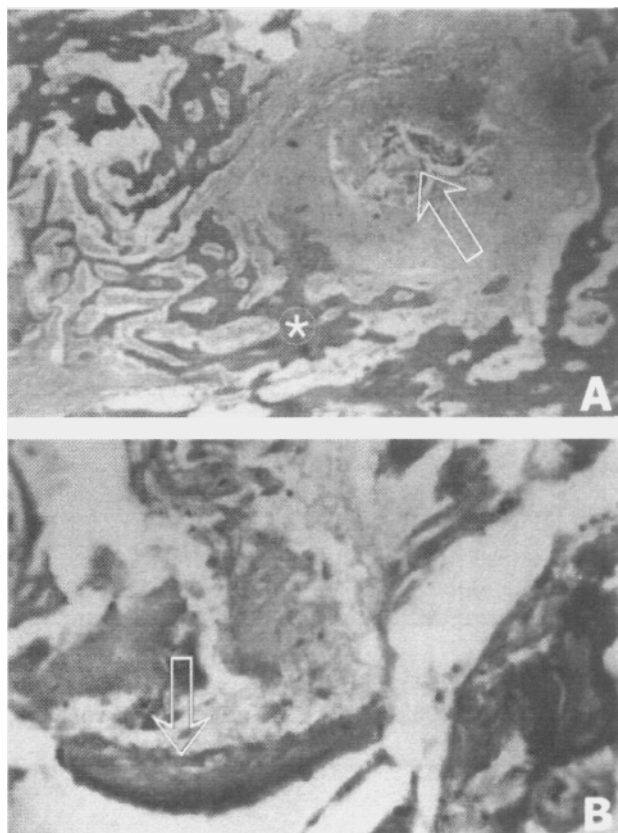


Figura 1. Aloinjerto óseo crioconservado. A, centro: trabéculas óseas necróticas (flecha); periferia: trabéculas óseas reactivas (*); intersticio: médula ósea fibrovascular (hematoxilina-eosina, 100x). B, mayor aumento; trabéculas óseas necróticas rodeadas por médula ósea fibrovascular.

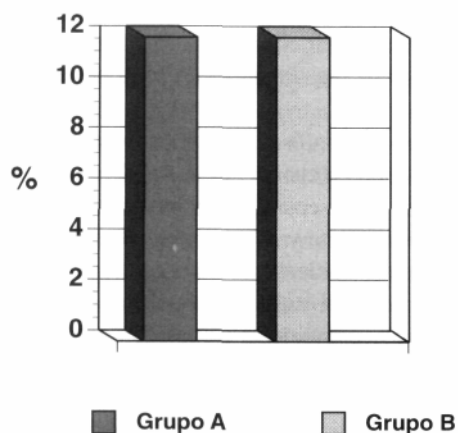


Figura 2. Osteomyelitis histológica en aloinjertos.

flamatorias, ocasionando mayor daño del tejido óseo y un porcentaje más alto de trabéculas óseas acelulares.

Análisis estadístico (Tabla 9)

En ambos ámbitos, radiológico e histológico, se contrastaron las siguientes hipótesis: H_0 , no hay diferencias de incorporación entre ambos grupos controles; H_1 , existen diferencias de incorporación entre ambos grupos controles.

A los fines de la inferencia estadística, se aplicaron métodos no paramétricos, entre ellos se seleccionó la prueba χ^2 de homogeneidad.

La selección de la muestra se hizo a través del muestreo aleatorio simple.

Del análisis estadístico puede inferirse que, en un nivel de significación del 5%, la evidencia a partir de la muestra no es suficientemente concluyente como para afirmar que existen diferencias significativas con relación a ciertos y determinados aspectos establecidos (en todos los casos se obtuvo valor $p > 0,05$), tanto en el ámbito radiológico como en el histológico.

Con el objetivo de juzgar si la incorporación de ambos tipos de injertos fue satisfactoria, se establecieron los siguientes parámetros (valores estándar):

1. Incorporación del injerto (osteotomía, categoría no visible) 70%
2. Retardos 5-28%
3. Osteomyelitis 4-25%

INCORPORACIÓN DEL INJERTO	INTERVALO DE VARIACIÓN
AOC	0,8 ± 0,10
AOF	0,7 ± 0,12
RETARDO	
AOC	0,5 ± 0,047
AOF	0,10 ± 0,05
OSTEOMIELITIS	
AOC	0,125 ± 0,12
AOF	0,125 ± 0,12

(1- α)=0.95

Los resultados que se obtienen de la inferencia estadística concluyen que la incorporación de ambos tipos de injertos, el porcentaje de retardo y el de osteomyelitis, con relación a los tipos de injerto colocados, fueron satisfactorios.

Tabla 9. Análisis estadístico

VARIABLE	VALOR p	Significación de la prueba
RADIOLOGÍA		
Osteotomía	0,46	NS
Contorno del injerto	0,18	NS
Reabsorción del injerto	0,21	NS
Complicaciones	0,56	NS
HISTOLOGÍA		
Total vasos sanguíneos	0,04	S
Total células óseas	0,19	NS
Callo óseo histológico	0,53	NS
Total injerto necrótico	0,59	NS

$\alpha < 0,05$.

Tabla 8. Masa total de injerto necrótico

ALOINJERTO NECRÓTICO	AOC		AOF	
	Frecuencia	%	Frecuencia	%
Leve	12	80	9	57
Levemente aumentada	3	19	4	25
Moderada	1	1	2	12
Aumentada	0	0	1	1
Total	16	100	16	100

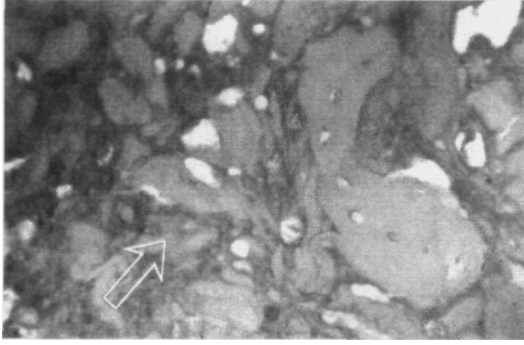


Figura 3. Aloinjerto óseo fresco, trabéculas óseas necróticas, médula ósea fibrovascular (hematoxilina-eosina, 100x).

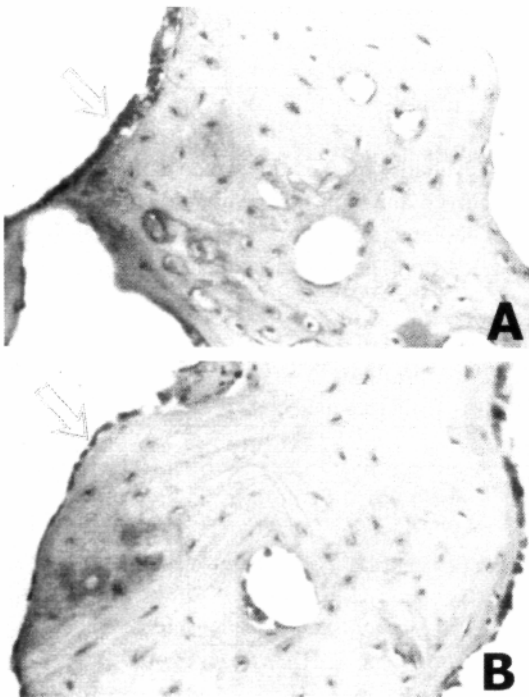


Figura 4. Aloinjerto óseo crioconservado. A) Trabécula ósea neoformada; obsérvese capilares centrales y presencia de osteocitos en sus lagunas; arriba izquierda: frente osteoblástico activo (flecha). B) Aloinjerto óseo fresco, imagen semejante a la anterior; frente osteoblástico activo (flecha) rodea a trabécula ósea en neoformación.

Discusión

El fenómeno de revitalización del sustituto óseo homólogo aún no es bien conocido. Histológicamente, se demuestra por la invasión lenta y progresiva de células óseas y medulares, y de brotes vasculares en su interior.^{11,17} La revascularización del injerto permite que células osteoblásticas, osteoclasticas y medulares invadan progresivamente el cuerpo del injerto e inicien el remodelado del injerto o "creeping substitution" de Phemister, que se prolonga por tiempo indefinido.^{6,10,15,17,23}

En nuestro estudio, se colocó aloinjerto óseo libre cortical y se trabajó con animales no consanguíneos, dos factores inmunológicos importantes a la hora de evaluar los resultados.

Por el tipo de lesión ósea creada (osteotomía), el tipo de injerto y teniendo en cuenta que fue realizada en condiciones de asepsia y antisepsia, con el menor trauma quirúrgico, en forma inmediata y con estabilidad relativa, consideramos que el registro de variables a los seis meses resulta ser un momento de investigación oportuno, ya que la incorporación del aloinjerto óseo, sin importar su clase, va a ser satisfactoria.

Realizamos un abordaje experimental homogéneo bajo nuestras condiciones y posibilidades de trabajo. Las variables analizadas mediante técnicas e instrumentos radiológicos e histológicos reflejan la forma de seguimiento y estudio que diariamente realizamos con el injerto óseo autólogo libre en el servicio.

Los trabajos experimentales y publicaciones hasta el momento son muy variados y arrojan resultados dispares en cuanto al fenómeno de incorporación. Algunos consideran que la incorporación del AOC no histocompatible es un fenómeno destinado al fracaso, más aún, si nos referimos al AOF no histocompatible.^{1,2,9,20,22}

Muscolo halló revascularización en siete biopsias de aloinjertos de más de un año de evolución. Mankin obtuvo un 60% de consolidación radiológica antes de los seis meses. Otros autores registran incorporación exitosa de aloinjertos intercalares a los ocho meses. Valls obtuvo consolidación en un promedio de dos a cinco meses en nueve pseudoartrosis de huesos largos, tres meses en fracturas y cuatro meses en artrodesis y retroprótesis.

En nuestra serie, la incorporación de ambas clases de injerto en el ámbito radiológico y reflejada por las variables osteotomía, contorno del injerto y reabsorción del injerto, nos muestra una mejor incorporación porcentual en el AOC. De todas maneras, la incorporación del AOF ha sido aceptable.

El ámbito histológico, reflejado por las variables masa total de vasos sanguíneos, masa total de células de remodelado óseo, masa total de injerto necrótico y callo óseo histológico, demostró nuevamente que ambas clases de injerto se incorporan al hueso receptor, aunque con mejores resultados porcentuales en el AOC.

El tejido óseo maduro, en combinación con el cartilaginoso, predominó en la mayoría de los callos investigados, lo que evidencia el progresivo proceso de osificación endocondral.

Probablemente, la no consanguinidad entre donante-receptor, el mayor potencial inmunogénico del aloinjerto óseo fresco y la respuesta inmunitaria receptora atenuada por los efectos de la crioconservación en el grupo A, hayan sido los factores que condicionaron una mejor incorporación porcentual del AOC. Sin embargo, la incorporación del AOF ha sido satisfactoria, con un índice de complica-

ciones que no se aleja de los valores publicados.^{4,9,15,16,18,20,22}

La principal complicación radiológica resultó ser el retardo de la consolidación del injerto, dos (5%) casos en el grupo A y cuatro (10%) en el grupo B (valores publicados 5-28%). La mayoría de ellos se relacionó con falla de la osteosíntesis y, por ende, con inestabilidad en los focos de osteotomía correspondientes.^{1,2,6,10,14}

Teniendo en cuenta la clase y el tipo de injerto (homólogo cortical), su longitud y la inmediata deambulacion permitida al animal, con descarga de peso corporal total inmediata, la resistencia a la compresión axial fue satisfactoria, sin registrarse fracturas completas ni colapsos del injerto, sólo algunas erosiones o infracciones corticales, principalmente, en el grupo B.

Actualmente, Lord y cols, consideran que la combinación antibiótica resulta ser el arma principal para prevenir y tratar la infección del injerto. Debería agregarse la responsabilidad del profesional en el área banco y en lo referente al propio procedimiento quirúrgico.

En ambos grupos, registramos un 12% de osteomielitis histológica en la superficie del injerto (valores publicados 4-25%). En la mayoría de los casos, se registró formación de

tejido osteocartilaginoso en el nivel de la osteotomía y no se detectó alteración del proceso de osificación.^{1,3,6,8-10,12,15,16,23}

Conclusiones

1. La incorporación de ambas clases de aloinjerto fue exitosa, si evaluamos las principales variables en sus ámbitos radiológicos e histológicos.

2. El porcentaje de retardo en ambos grupos no excedió los valores habitualmente registrados; la mayoría se asoció a falla de la osteosíntesis e inestabilidad del foco de osteotomía.

3. El porcentaje de osteomielitis no excedió los valores habitualmente registrados y no perjudicó el fenómeno de incorporación del aloinjerto.

4. La resistencia del injerto a la compresión axial inmediata provocada por la deambulacion bajo carga corporal total fue satisfactoria y no se registraron fracturas completas ni colapso del injerto.

5. Desde el punto de vista estadístico (valor/?), no se observan diferencias significativas entre ambos tipos de aloinjertos, con relación a las principales variables analizadas en los ámbitos radiológico e histológico.

Referencias bibliográficas

1. **Aaron, A, y Wiedel, JD:** Allograft use in orthopaedic surgery. *Orthopaedics*, 17(1), 41-48, 1994.
2. **Aho, AJ; Ekfors, T; Dean, PB, y cols.:** Incorporation and clinical result of large allografts of the extremities and pelvis. *Clin Orthop*, 307: 200-213, 1994.
3. **Berry, DJ; Chandler, HP, Reilly DT.:** The use of bone allografts in two-stage reconstruction after failure of hip replacements due to infection. *J Bone Jt Surg (Am)*, 73(10): 1460-8, 1991.
4. **Bolano, L, y Kopta, JA:** The immunology of bone and cartilage transplantation. *Orthopaedics*, 14(9): 987-96, 1991.
5. **Buck, BE, y Malinin, TI:** Human bone and tissue allografts. *Clin Orthop*, 303: 8-17, 1994.
6. **Cara, AJ; Gil Albarova, J; Anillos, S, y cols.:** Utilización de aloinjertos masivos en la cirugía reconstructiva tumoral. *Rev Ortop Traum IB*, 36(1): 8-16, 1992.
7. **Conrad, EU; Eriksen, DP; Tencer, AF; Strong, DM, y Mackenzie, A:** The effects of freeze-drying and rehydration on cancellous bone. *Clin Orthop*, 290:279-284, 1993.
8. **Degkers, RLM; Bloem, RM; Petit, PLC; Brand, R; Vehmeyer, SB, y Veen, MRR:** Contamination of bone allografts. *J Bone Jt Surg (B)*, 79: 161-166, 1997.
9. **Friedlaender, GE:** Bone allografts: The biological consequences of immunological events (editorial). *J Bone Jt Surg (A)*, 73(8): 1119-22, 1991.
10. **Gazdag, AR, y Lane, JM:** Alternatives to autogenous bone graft: Efficacy and indications. *Am Orthop Surg*, 3(1): 1-8, 1995.
11. **Gouin, E; Passuti, N, y cols.:** Histological features of large bone allografts. *J Bone Jt Surg (B)*, 78: 38-41, 1994.
12. **Hanier, AS; Strachan, J, y cols.:** Biomedical properties of cortical allograft bone using a new method of bone strength measurement. *J Bone Jt Surg (B)*, 78: 363-368, 1996.
13. **Marco, E; Lopez-Oliva, E; Asenjo, AJ; De Pedro, M; Noriega, F; Garcia Navarrete, F, y López-Durán, L:** Determinación de protocolos óptimos de crioconservación de aloinjertos osteocondrales. *Rev Ortop Traum IB*, 36(1): 116-122, 1992.
14. **Marti Garin, D, y Marti Valls, J:** Tratamiento de las pseudoartrosis de huesos largos con injerto óseo homólogo crioconservado. *Rev Ortop Traum IB*, 36(1): 36-38, 1992.
15. **Martí Valls, J; Navarro Quilis, A, y cols.:** Resultados de la utilización de aloinjertos óseos crioconservados. *Rev Ortop Traum IB*, 36(1): 30-35, 1992.
16. **Mnaymeh, W; Malinin, J; Lackman, R, y cols.:** Massive distal femoral osteoarticular allografts after resection of bone tumors. *Clin Orthop*, 303: 103-115, 1994.
17. **Muscolo, DL; Petracchi, L; Ayerza, M; Calabrese, M, y Santini Araujo, E:** Biología y resultados alejados de los trasplantes óseos masivos. *Rev Asoc Arg Ortop y Traumatol*, 57(3): 245-257, 1992.
18. **Lee, M; Finn, HA; Lazda, VA, y cols.:** Bone allografts are immunogenic and may preclude subsequent organ transplants. *Clin Orthop*, 340: 215-219, 1997.
19. **Loty, B; Courpied, JP, Tomeno B y cols.:** Allogreffes osseuses massives sterilisées par irradiation: Bilan apres 5 ans d'utilisation. *Acta Orthop Belg*, 57 (Suppl. 2): 35-43, 1991.
20. **Stevenson, S; Davy, D; Klein, L, y cols.:** Critical biological determinants of incorporation of non-vascularized cortical bone grafts. Quantification of a complex process and structure. *J Bone Jt Surg (A)*, 79(1): 1-16, 1997.
21. **Stevenson, S; Shaffer, JW, y Goldberg, VM:** The humoral response to vascular and non-vascular allografts of bone. *Clin Orthop*, (323): 86-95, 1996.

22. **Strong, DM; Friedlander, GE; Tomford, W; Springfield, DS; Shives, T; Burchardt, H; Enneking, WF, y Mankin, HJ:** Immunologic responses in human recipients of osseous and osteochondral allografts. *Clin Orthop*, 326: 107-114, 1996.
23. **Tomford, WW, y cols.:** Frozen musculoskeletal allografts. A study of the clinical incidence and causes of infection associated with their use. *J Bone Jt Surg (A)*, 72(8): 1137-43, 1990.
24. **Zasacki, W, y cols.:** *The efficacy of lyophilized, radiation-sterilized bone graft in orthopaedic surgery*. Department of Orthopaedics, Postgraduate Medical Education Academy, Otwock, Polonia, 1990.