

Organización, mantenimiento y funcionamiento de un banco de huesos*

Dr. MIGUEL E. CALABRESE**

RESUMEN

Ante la creciente indicación en el uso de los injertos óseos como método reconstructivo en la cirugía ortopédica, surge la importancia de poseer un banco de huesos que permita el almacenamiento y mantenimiento de los mismos hasta su utilización.

Se detalla la metodología en la obtención de tejido óseo y la experiencia en el funcionamiento del banco de huesos en el CINEOT, Hospital Italiano de Buenos Aires, en el período comprendido desde 1985 hasta diciembre de 1994, donde se realizaron 58 operativos de ablación ósea, con un total de 276 huesos ingresados al banco. Se debieron descartar 79 huesos por distintas causas (40 por contaminación, 39 por antigüedad, 8 por serología positiva, y 1 por fractura del injerto).

Además se realiza una descripción de los requisitos legales necesarios para poder efectuar ablaciones, trasplantes, y funcionar como banco de huesos.

SUMMARY

The indication for the use of bone allografts in reconstructive orthopaedic surgery, has greatly increased in the last decades, making of uppermost importance to rely on bone banks, in order to allow the storage and maintenance of bone grafts until their utilization.

We outline the methodology of obtaining bone tissue and the experience acquired at the bone bank that functions at the Research Laboratory of the Italian Hospital of Buenos Aires in the time elapsed from 1985 to September 1994: 58 bone ablations with a total of 276 bones were stored in the bank of which 79 bones had to be discarded for different causes (40 due to contamination, 39 for being out of date, 8 for positive serum, 1 graft fracture).

We report the legal requirements necessary to perform ablation transplant and to operate a bone bank.

INTRODUCCION

La utilización de un injerto óseo es una de las técnicas quirúrgicas de creciente indicación en los Servicios de Ortopedia y Traumatología. Según sus características los injertos pueden ser de hueso cortical o

hueso esponjosos, los cuales pueden ser obtenidos del propio paciente (hueso autólogo).

La morbilidad que presenta el donante de hueso autólogo, la falta de cantidad adecuada de hueso para realizar rellenos de grandes defectos óseos y el aumento de la demanda de injerto de hueso en la última década para la realización de cierto tipo de cirugía, han alentado el uso de aloinjertos o trasplantes óseos³⁰. De aquí se desprende la necesidad e importancia de poseer un banco de huesos que permita el almacena-

* Para optar a Miembro Titular de la Asociación Argentina de Ortopedia y Traumatología.

** Instituto de Ortopedia y Traumatología "Dr. Carlos E. Ottolenghi", Hospital Italiano de Buenos Aires, Potosí 4215, (1199) Buenos Aires.

miento y mantenimiento de los mismos para cuando se requiera su utilización.

Las indicaciones clínicas más frecuentes de los aloinjertos son las siguientes:

1. Reconstrucción esquelética posterior a la resección de tumores óseos.
2. Reconstrucción de pérdida de sustancia ósea de causa traumática.
3. Malformaciones óseas congénitas.
4. Resecciones masivas originadas por infecciones.
5. Sustitución de cuerpos vertebrales.
6. Reconstrucciones óseas posteriores a prótesis fallidas.

Antecedentes históricos

En 1881 Mac Ewen realizó la primera publicación de utilización con éxito de un aloinjerto óseo. Posteriormente fue Judet quien en 1909 publicó sus experiencias clínicas con los trasplantes óseos¹⁸.

En 1925 Lexer²¹ presentó un trabajo donde sintetizó su experiencia de veinte años en trasplantes osteoarticulares, con un seguimiento de hasta quince años. Se debe destacar que uno de los aspectos que Lexer consideraba de importancia era realizar el trasplante óseo fresco, o sea obtención del dador e implantación en el receptor en forma simultánea. Este procedimiento originaba obvios inconvenientes para su realización.

En 1942 Inclin¹⁶ publicó su experiencia utilizando trasplantes óseos autólogos y aloinjertos previamente congelados. Al congelar los injertos se buscaba solucionar dos inconvenientes: uno práctico, como el de poseer injertos óseos en banco disponibles, y otro biológico, ya que en estudios experimentales con animales se había demostrado una reducción de la respuesta inmune que esos trasplantes originaban.

Uno de los pioneros de la literatura internacional con respecto al uso de trasplantes óseos masivos congelados en las reconstrucciones de grandes segmentos osteoarticulares fue Ottolenghi, quien en 1966 publicó una extensa serie, siendo ésta una obligada referencia de todo estudio sobre este tema^{31,33}. Posteriormente esta técnica ha tenido una creciente aplicación en otros centros de avanzada (Parrish, Imamaliyev, Volkov, Mankin, entre otros). En 1948 los Dres. Carlos E. Ottolenghi y Luis Petracchi realizaron el primer tras-

plante óseo masivo congelado en el Hospital Italiano de Buenos Aires, a partir del cual comenzó a funcionar en nuestro país el primer Banco de Huesos, creado y dirigido por el Dr. Ottolenghi.

Posteriormente, a partir de 1980, cuando se crea el Centro de Investigaciones y Estudios Ortopédicos y Traumatológicos (CINEOT), el siguiente y actual director del Banco de Huesos es el Dr. D. Luis Muscolo. En 1983 el CINEOT es habilitado por el Ministerio de Salud Pública y Medio Ambiente como Banco de Huesos.

Desde 1985 hasta la fecha todas las piezas que ingresan al Banco de Huesos del CINEOT (Hospital Italiano de Buenos Aires) son distribuidos por el Instituto Nacional Central Único Coordinador de Ablación e Implante (INCUCAI) y se obtienen donantes cadavéricos, los cuales deben reunir ciertos requisitos.

Requisitos legales necesarios para poder realizar ablaciones-trasplantes y funcionar como Banco de Huesos

- Ley 21.541, Decreto 3.011, 1977.
- Ley 21.541, Decreto 3.011, Resoluciones Ampliatorias, 1987, 2da. edición.
- Resolución Ministerial 355-90.
- Ley 24.193, 1993.

Los actos médicos que se practiquen relacionados con la ablación e implante de órganos y material anatómico sólo podrán ser realizados por profesionales o equipos de profesionales médicos especializados y de acreditada experiencia, reconocidos por la autoridad sanitaria correspondiente, quienes estarán a cargo de un jefe, a quien eventualmente reemplazará un subjefe (Arts. 3 y 4, Ley 24.193, año 1993)²⁵.

Los servicios o establecimientos dedicados a este tipo de prácticas deben contar con una habilitación, la cual será otorgada si se cuenta con una infraestructura física e instrumental, así como con el personal calificado necesario en la especialidad, no pudiendo efectuar modificaciones que disminuyan las condiciones de habilitación (Arts. 9 y 12, Ley 24.193, año 1993)²⁵.

Para la ablación e implante de elementos del sistema osteoarticular se debe contar con quirófanos estériles en los cuales no se realicen intervenciones quirúrgicas sépticas o

contaminantes, instrumental suficiente y adecuado a la especialidad y equipo radiográfico o radioscópico con intensificador de imágenes para su uso intraoperatorio (Arts. 5 y 6, Ley 21.541, Decreto 3.011, años 1977 y 1987, y Resoluciones Ampliatorias del año 1987, Resolución Ministerial 355/90, Anexo I)^{22, 24}.

Para el funcionamiento de un Banco de Huesos se requiere contar con un equipo de ablación constituido por ablacionistas cirujanos ortopedistas, dependiente del Servicio en que funcione el banco, debiendo además estar en funciones las 24 horas del día, asegurando una comunicación inmediata y permanente (Resolución Ministerial 355/90, Anexo 11)²⁴.

Para obtener la habilitación de un banco de huesos se deberá presentar la solicitud correspondiente y es necesario poseer una infraestructura modificable de acuerdo con los avances técnicos. Se debe contar con un mínimo de tres ambientes destinados a Anatomía Patológica, Secretaría y Archivo, y Banco de Huesos propiamente dicho; y además una congeladora de -80° C que garantice la conservación del material a trasplantar (Resolución Ministerial 355/90, Anexo II)²⁴.

Condiciones generalmente aceptadas para la selección del donante

- Edad: entre 15 y 60 años.
- Enfermos en coma con asistencia respiratoria no mayor a 72-96 horas.
- Tiempo límite para realizar la ablación: 6 a 8 horas de producido el paro cardiorrespiratorio.

Ausencia de:

- Infecciones: - Septicemia.
 - Meningitis.
 - Encefalitis.
 - Micosis superficiales o profundas.
 - Tuberculosis.
 - Lúes.
 - Hepatitis.
 - SIDA.
- Infección dudosa.
- Enfermedades autoinmunes o del colágeno (esclerodermia, artritis reumatoidea, etc.).
- Enfermedades de etiología desconocida.
- Enfermedades malignas.
- Politraumatismos.

- Drogadicción.

- Utilización prolongada de esteroides.

Con respecto a la edad, dichos valores son estimativos, pues se debe tener en cuenta que si el hueso a trasplantar será intercalar o se utilizará en forma fragmentada, la obtención de los huesos puede realizarse también en donantes menores de 15 años y mayores de 60 años. En cambio, si el aloinjerto será osteoarticular se trata de respetar estas edades pues en mayores de 60 años el deterioro del cartílago articular puede ser marcado; con respecto a la edad límite inferior, la misma es relativa, pues lo que hay que tener en cuenta es la estatura del potencial donante además del cartílago epifisario, que se calcula que en el sexo femenino comenzaría a cerrarse a esa edad, siendo posterior el cierre en el sexo masculino⁴¹.

Se puede considerar como donante ideal a un paciente joven y sano que fallece por un accidente vascular o neurológico.

Es de suma importancia un estudio minucioso de la historia clínica, como también de los antecedentes y hábitos del potencial donante a los efectos de poder realizar una mejor selección.

La ablación de huesos se puede realizar antes de producido el paro cardiorrespiratorio (muerte clínica) o posterior al mismo dentro de las 6 a 8 horas. Se toma este lapso pues no sólo se disminuye el riesgo de contaminación bacteriana de la piel sino que además comienzan a aparecer, transcurrido ese lapso, los efectos de la rigidez *post-mortem* que hacen dificultosa la obtención de los tejidos⁴¹.

Si reúnen todas las condiciones, los donantes multiórganos son aceptados, pero presentan el inconveniente que la ablación ósea, al realizarse *a posteriori* de la de otros órganos como corazón, pulmones, hígado, páncreas y riñones (las cuales necesitan corazón funcionando, o sea muerte clínica), puede aumentar el riesgo de contaminación bacteriana por mayor exposición quirúrgica.

Los tejidos ablacionados deben presentar cultivos bacteriológicos y micológicos negativos para poder ingresar al Banco y poder ser trasplantados^{9, 11, 13, 15, 19, 20, 28, 30, 38, 39, 41}.

Metodología en la obtención de tejido óseo

El Banco de Huesos GIN EOT-Hospital Italiano posee una guardia permanente de ablacionistas. Comienza un operativo de

donación de órganos cada vez que el INCUCAI, CUCAIBA, o cualquier centro regional, recibe la notificación de la existencia de un potencial donante. Esta notificación se produce a través de familiares que comunican la intención del paciente fallecido o sus propias intenciones de efectuar la donación, o a través de los médicos terapistas de los centros asistenciales, o cualquier médico que tomare conocimiento con signos de muerte clínica (Arts. 8 y 26, Ley 24.193, año 1993)²⁵.

Al iniciarse dicho operativo se establece una comunicación permanente entre los distintos equipos de ablación y la guardia del centro coordinador. Hasta la culminación del mismo, que puede ser exitoso o frustrado según se obtenga o no la donación de órganos, el cual puede superar las 48 horas, se van realizando estudios complementarios de laboratorio y serológicos, para determinar si finalmente puede ingresar en el protocolo de ablación.

El diagnóstico y certificación de muerte clínica es efectuado por lo menos por dos médicos, uno de los cuales debe ser neurólogo o neurocirujano; ninguno de ellos será el médico o integrará el equipo que realice ablaciones o implantes de órganos del fallecido.

Se considera muerte clínica cuando no existe paro cardiorrespiratorio irreversible y se verifican de modo acumulativo los siguientes signos, que deben persistir ininterrumpidamente 6 horas después de su constatación conjunta:

- Ausencia irreversible de respuesta cerebral con pérdida absoluta de conciencia.
- Ausencia de respiración espontánea.
- Ausencia de reflejos cefálicos y constatación de pupilas fijas no reactivas.
- Inactividad encefálica corroborada por medios técnicos y/o instrumentales adecuados a las diversas situaciones clínicas (como por ejemplo dos electroencefalogramas planos realizados con 6 horas de diferencia uno del otro).

Si el paciente reunió las condiciones clínicas para ser admitido como potencial donante, y se diagnosticó la muerte, se debe obtener el consentimiento familiar. En aquellos casos en que la causa de muerte sea dudosa o presente intervención policial, además se debe solicitar la autorización de ablación a la autoridad judicial interviniente

en el caso (Ley 21.541, Decreto 3.011 de 1977, Resoluciones Ampliatorias de 1987, Arts. 19, 20, 21 y 22 de la Ley 24.193 de 1993)^{22, 23, 25}.

Una vez obtenidos todos estos requisitos, el equipo ablacionista concurre al centro asistencial donde se encuentre el donante, que puede estar ubicado en cualquier ciudad del país.

El equipo de ablación del CINEOT-Hospital Italiano toma dos muestras de sangre del donante, de 10 cc cada una, una en tubo seco y otra en tubo con heparina para efectuar otros estudios serológicos diferidos si los cultivos bacteriológicos (aerobios y anaerobios) y micológicos son negativos. En la búsqueda de anticuerpos para HIV está demostrado que existe un período de "ventana" de seronegatividad que va desde las cuatro semanas hasta varios meses. Se acepta que luego de la exposición al virus HIV el 95% presentará anticuerpos a niveles detectables a los 6 meses. Por estos motivos se aconseja actualmente la búsqueda del antígeno HIV, con lo que se trata de evitar el período de "ventana" de seronegatividad^{1, 2, 36}.

Por lo expresado anteriormente con la sangre heparinizada se realiza la búsqueda del antígeno de HIV a través del método de PCR (reacción en cadena de polimerasa). Con la sangre en tubo seco se investiga hepatitis B, hepatitis C, lúes, citomegalovirus. Este procedimiento de estudio diferido se puede realizar porque los órganos del sistema osteoarticular se mantienen en un banco^{4, 6, 7, 37}.

La ablación ósea se realiza luego de aquellas que necesitan corazón funcionando, y se efectúa en un medio quirúrgico aséptico, procediendo de la misma forma en cuanto a la colocación de campos y normas a seguir que la cirugía ortopédica.

El cirujano ablacionista de elementos del sistema osteoarticular cuenta con uno o dos ayudantes y una instrumentadora calificada. Se procede a la preparación prequirúrgica, realizándose los abordajes para obtener las distintas piezas óseas. Una vez ablacionadas, el cirujano procede al acondicionamiento de las mismas. Es aquí cuando se toman las muestras para los estudios bacteriológicos y micológicos^{8, 17, 35}. Se colocan cinco envoltorios de polietileno esterilizados en óxido de etileno y sobre éstas en forma de protección se utilizan dos

fundas estériles; es así como la pieza se encuentra lista para el traslado³⁹.

Se realiza la ablación ósea acompañada en algunas ocasiones de elementos ligamentarios o capsulares que serán utilizados en el momento de efectuar el trasplante para obtener una mayor estabilidad si el aloinjerto es osteoarticular. Luego se coloca en el donante un tutor interno a los efectos de conservar longitud y forma del miembro, y se procede a realizar el cierre prolijo de los abordajes.

Los huesos deben ingresar al banco antes de las 6 horas de ablacionados, pues el deterioro de los tejidos por acción de las proteinasas y colagenasas comienza inmediatamente después de haberse obtenido los mismos, haciéndose más activo cuando el tejido se encuentra a temperatura corporal⁴¹.

Primero lo hacen en un congelador auxiliar en espera de los resultados de los cultivos: de estar contaminados, se descartan. Si los cultivos son negativos pueden ingresar al congelador principal a -80°C para su almacenamiento.

A todo órgano que ingresa al banco se le realizan radiografías, en proyecciones de frente y perfil, pasando a formar parte del archivo de datos correspondiente.

Métodos de conservación

Un Banco de Huesos debe asegurar la conservación de los órganos, del sistema osteoarticular, permitiendo su utilización cuando cada caso lo requiera.

Cuando el aloinjerto es no vascularizado, se produce la muerte celular, quedando la trama orgánica y mineral, para asegurar la estabilidad mecánica y facilitar la incorporación ósea.

La trama mineral se conserva con cualquiera de los métodos utilizados. La trama orgánica, formada principalmente por fibras de colágeno, se degrada por la acción enzimática, en especial por las colagenasas. Los distintos procedimientos de conservación del hueso se basan en tratar de evitar la degradación de las proteínas de la matriz ósea que tiene la capacidad de inducir nuevo hueso al ser invadido el trasplante por brotes vasculares provenientes del receptor¹².

1. Crioconservación. La conservación por frío es el método más simple para disminuir la acción de las colagenasas. Estu-

dios biológicos han demostrado que no se bloquea totalmente la actividad enzimática a temperaturas de -20°C ^{9,38}. Por este motivo no es recomendable utilizar congeladoras a esa temperatura para conservar los órganos a trasplantar. Según estudios realizados en el Laboratorio del Departamento de Ortopedia del Massachusetts General Hospital de Boston se aconseja la utilización de congeladoras a -80°C , con la sola intención de disminuir lo más posible la acción enzimática^{9,39}.

Está aceptado el almacenamiento de los huesos por un período que llega hasta los tres años a -70°C ⁹.

Es importante aclarar que la crioconservación no tiene ningún efecto sobre la contaminación, ya sea bacteriana o vírica, ya que los mismos pueden conservarse a estas temperaturas.

Este es el método utilizado en el Banco de Huesos CINEOT-Hospital Italiano.

2. Liofilización. Este método consiste en la deshidratación por debajo del 3% de la humedad residual y enfriamiento a -70°C en vacío o en líquido inerte. En estas condiciones el hueso puede conservarse a temperatura ambiente.

Las propiedades biomecánicas de los aloinjertos pueden verse alteradas por los métodos de preservación y almacenamiento que se elijan.

La liofilización disminuye marcadamente la resistencia torsional y de flexión de los aloinjertos, no así la resistencia compresiva y de tensión³⁴.

Por lo expresado anteriormente, estos injertos no serían de elección para implantes que soporten una carga importante.

Según estudios realizados por Triantafyllou y colaboradores, y Pelker y colaboradores, la liofilización disminuiría un 55% la resistencia, principalmente torsional y de flexión³⁴.

El mecanismo de liofilización no esteriliza a los aloinjertos.

3. Desmineralización. En teoría la desmineralización disminuye la fase de reabsorción ósea que precede a la incorporación del aloinjerto óseo, pero tiene el inconveniente de alterar las propiedades mecánicas del hueso, por lo que disminuye su resistencia.

Esterilización de los aloinjertos

Entre los distintos métodos de esterilización de tejidos, el elegido actualmente es la irradiación con rayos Gamma, por presentar una excelente capacidad de penetración y no provocar respuesta inflamatoria ni morbilidad en el receptor. El más usado es el cobalto 60, que es una excelente fuente de rayos Gamma⁴¹.

En los tejidos biológicos ocurren cambios cuando son expuestos a la irradiación, y la importancia de estos cambios depende de las dosis utilizadas.

El objetivo de la esterilización es intentar asegurar esterilidad y al mismo tiempo usar la dosis más baja posible para disminuir los cambios en los tejidos, o al menos que estos cambios sean insignificantes comparados con los tejidos no irradiados.

La selección de la dosis óptima dependerá de dos factores:

1. El tipo de microorganismo presente.
2. El número de microorganismos presentes.

Existen especies más sensibles o más resistentes a la irradiación. Entre los más sensibles podemos mencionar a los gérmenes Gram negativos, y con sensibilidad intermedia encontramos a los hongos.

Se calcula que una dosis de 2,5 megarads es suficiente para lograr una esterilización bacteriológica²⁷. Con respecto a la infección por HIV, un informe del Instituto Pasteur concluye que el virus fue inactivado a los 2,5 megarads²⁷; otros autores recomiendan una dosis de 2,5 a 3 megarads⁵.

Hay que dejar bien claro que un banco de tejidos no puede garantizar una esterilización absoluta. Puede existir una pequeña probabilidad de que un microorganismo esté presente y viable luego de la irradiación⁴¹.

La irradiación provoca cambios en las propiedades mecánicas del hueso. Con una dosis de 6 megarads disminuye marcadamente la resistencia de flexión, compresión y torsión. A dosis de 2,5 a 3 megarads hay una disminución de la resistencia de flexión, pero no en la resistencia de compresión y torsión¹.

Hasta el momento el Banco CINEOT-Hospital Italiano no realiza esterilización de las piezas óseas que ingresan.

Experiencia en el funcionamiento del Banco de Huesos CINEOT-Hospital Italiano en el período comprendido desde 1985 hasta 1994

En 1948 en el Hospital Italiano de Buenos Aires se efectuó la primera ablación ósea (Tabla 1), con un total de 276 huesos ingresados, los cuales se encuentran detallados en la Tabla 2. Dichos operativos fueron realizados en la Capital Federal, provincia de Buenos Aires y en ciudades del interior del país (Tabla 3). En los últimos años se han presentado dificultades para realizar ablaciones en el interior del país por no poder conseguirse aviones que trasladen al equipo ablacionista hasta donde se encuentre el donante y el regreso de los mismos con el material ablacionado, para que ingrese al banco con la menor demora posible. Los operativos realizados en el interior del país o en ciertas ciudades de la provincia de Buenos Aires se efectuaban con aviones que cedía la Fuerza Aérea Argentina o aviones sanitarios pertenecientes o contratados por las gobernaciones de las distintas provincias.

TABLA 1

Año	Operativos efectuados	Huesos ablacionados
1985	4	4
1986	5	17
1987	6	27
1988	8	33
1989	8	43
1990	6	38
1991	8	47
1992	3	13
1993	5	29
1994	5	25
Total	58	276

TABLA 2
TIPO DE HUESO ABLACIONADO

Hueso	Derecho	Izquierdo	Total
FÉMUR	48	53	101
TIBIA	47	50	97
HUMERO	20	17	37
RADIO	8	9	17
HEMIPELVIS	6	5	11
CUBITO	2	2	4
CALCÁNEO	2	3	5
ASTRAGALO	2	2	4

Con respecto al bajo número de ablaciones óseas realizadas, se puede detallar que de los operativos denunciados al INCUCAI (alrededor de 350 en el año 1992, 505 en el año 1993 y 423 a setiembre de 1994) se calcula que aproximadamente:

- un tercio de los mismos fueron descartados por distintas causas, ya sea médicas, judiciales, etc.;
- un tercio presentaron negativa familiar;
- un tercio fueron operativos exitosos para la ablación de los distintos órganos o tejidos. De estos donantes hay que retirar los casos en que se donaron otros órganos pero no huesos, o que por distintas causas (edad, antecedentes patológicos óseos, etc.) fueron descartados para la ablación de tejido osteoarticular.

La causa de muerte más frecuente de los donantes fue la de accidente cerebrovascular (hipertensivo, por malformación congénita, etc.), seguido por las heridas de bala en cráneo (suicidio, asesinatos), traumatismos craneoencefálicos, infarto agudo de miocardio, paro cardíaco intra o postquirúrgico, ruptura de aneurisma abdominal, suicido por ahorcamiento (Tabla 4).

Las ablaciones óseas se realizaron con mayor frecuencia en donantes de la quinta y tercera décadas de la vida. La edad límite inferior de donante de huesos ablacionado fue de 13 años, y la edad límite superior fue de 71 años (Tabla 5).

TABLA 3
LUGAR DE ABLACIÓN Y CANTIDAD DE OPERATIVOS REALIZADOS

Lugar	Cantidad
CAPITAL FEDERAL	29
MAR DEL PLATA	4
HAEDO	4
QUILMES	3
NEUQUEN	2
BAHÍA BLANCA	2
PERGAMINO	2
BANFIELD	2
LA PLATA	2
CÓRDOBA	1
SANTA FE	1
TANDIL	1
BERNAL	1
SAN MARTIN	1
TIGRE	1
MORENO	1
ESCOBAR	1

TABLA 4
CAUSA DE MUERTE

Causa	Cantidad
ACCIDENTE CEREBROVASCULAR	28
HERIDA DE BALA (SUICIDIO, ASESINATO)	16
TRAUMATISMO CRANEOENCEFALICO	5
INFARTO AGUDO DE MIOCARDIO	5
PARO CARDIACO INTRA O POSTQUIR.	2
RUPTURA DE ANEURISMA ABDOMINAL	1
SUICIDIO POR AHORCAMIENTO	1

TABLA 5
DISTRIBUCIÓN ETARIA

Década	Nº de donantes
11 a 20 años	9
21 a 30 años	14
31 a 40 años	9
41 a 50 años	15
51 a 60 años	7
Más de 61 años	4

Los gérmenes hallados en los cultivos realizados fueron: *Stafilococo coagulasa* negativo, *Estafilococo aureus*, *Acinetobacter* y *Pseudomonas aureginosa* (Tabla 6).

Debieron ser descartados 79 huesos por las siguientes causas:

Contaminación: 40 huesos debieron ser descartados por contaminación bacteriana.

Antigüedad: 34 huesos debieron ser descartados al cumplirse un año de antigüedad cuando eran mantenidos en una congeladora de -20°C.

Serología positiva: 8 huesos debieron ser descartados por presentar positividad en las pruebas de laboratorio para hepatitis B. En los últimos años los resultados serológicos se conocen antes de comenzar la ablación. Estos huesos pertenecían a una donación comunicada al INCUCAI *a posteriori* de producido el paro cardiorrespiratorio. Como fue detallado anteriormente, los elementos del sistema osteoarticular pueden ser ablacionados en esta circunstancia, y además presentan un tiempo límite desde el paro. Por este motivo se debió realizar la ablación antes de conocer los resultados.

TABLA 6
OPERATIVOS CON CONTAMINACIÓN
BACTERIANA

Operativo	Número de huesos	Tipo de huesos	Germen
1	1	FÉMUR	PSEUDOMONA AUREGINOSA ESTAFILOCOCO COAGULASA NEGATIVO
2	1	FÉMUR	ESTAFILOCOCO AUREUS
3	4	FÉMUR - TIBIA	ESTAFILOCOCO COAGULASA NEGATIVO
4	3	FÉMUR - TIBIA HUMERO	ESTAFILOCOCO COAGULASA NEGATIVO
5	6	FÉMUR - TIBIA - HUMERO	ACINETOBACTER ESTAFILOCOCO COAGULASA NEGATIVO
6	5	FÉMUR - TIBIA - HUMERO	ESTAFILOCOCO COAGULASA NEGATIVO
7	6	FÉMUR - TIBIA RADIO	ESTAFILOCOCO COAGULASA NEGATIVO
8	6	FÉMUR - TIBIA - RADIO	ESTAFILOCOCO AUREUS
9	8	FÉMUR - TIBIA HUMERO RADIO	ESTAFILOCOCO AUREUS
Total 9	40		

Fractura: un hueso debió ser descartado por presentar una fractura cuando se lo estaba preparando para realizar la etapa reconstructiva de una cirugía oncológica.

Desde la primera ablación ósea coordinada por el INCUCAI (julio de 1985) hasta la fecha se han efectuado 157 trasplantes del sistema osteoarticular:

- Setenta y dos huesos fueron utilizados en una sola cirugía reconstructiva.
- Treinta y cinco fueron utilizados en dos cirugías, o sea que con cada hueso se realizaron dos trasplantes. Se aclara que luego de realizar el primer trasplante se obtuvieron nuevas muestras para estudios bacteriológicos, siendo las mismas negativas (total: 70 trasplantes).
- Cinco huesos fueron utilizados en tres cirugías, o sea que con cada hueso se realizaron tres trasplantes. Al igual que lo expresado anteriormente, luego de cada trasplante se obtuvieron resultados negativos para las muestras obtenidas para los estudios bacteriológicos (total: 15 trasplantes).

DISCUSIÓN

Ante el aumento de la demanda de huesos para la realización de aloinjertos es importante poseer un banco que asegure el almacenamiento y mantenimiento de las piezas óseas.

La donación de órganos en nuestro país es insuficiente, teniendo en cuenta el número de receptores que se encuentran en listas de espera. Con respecto a la donación de huesos, la misma es inferior y escasa, como se desprende de las cifras expuestas (58 operativos de ablación ósea realizados por el banco CINEOT-Hospital Italiano en 9 años). Al haber pocas piezas que ingresan al banco pueden surgir inconvenientes cuando se debe seleccionar un hueso para un trasplante, ya que se deben tener en cuenta varios elementos:

- Longitud: si se planea efectuar un aloinjerto de todo el hueso.
- Que la superficie articular sea lo más parecida al receptor: por la congruencia articular, cuando se planea un aloinjerto osteoarticular.
- Diámetro de la diáfisis: que sea lo más coincidente posible, teniendo en cuenta los diferentes elementos de osteosíntesis que se utilizan en la reconstrucción.

En general cuando se selecciona un hueso se deben tener en cuenta varias de estas opciones a la vez, lo que hace difícil la elección, aún más cuando el número de piezas óseas en banco es limitado. Por este motivo es importante recalcar que al aumentar el número de donantes hay un aumento en el número de huesos que ingresan al banco, pudiendo efectuar la mejor selección del hueso a trasplantar.

La infección de un trasplante óseo masivo podemos decir que es una de las complicaciones más graves y de más difícil resolución^{26,36,40}, por lo que se debe poner especial énfasis en la correcta selección del donante teniendo en cuenta su historia clínica y sus antecedentes, realizar una ablación con la asepsia correspondiente a todo acto quirúrgico, y además tomar varias muestras para los distintos cultivos. Ante la mínima duda en los cultivos o ante la presencia de cultivos positivos, actualmente se procede a descartar las piezas óseas.

Además a los huesos con resultados de cultivos negativos, en el momento del trasplante, se les toma una nueva muestra cuyo informe se obtendrá con posterioridad al acto quirúrgico, con el objeto de tipificar* el germen si el resultado es positivo, o si es negativo descartar en una infección postoperatoria que el hueso trasplantado sea el causante de la complicación.

Otro tema a tener en cuenta "es obtener los resultados serológicos para disminuir el riesgo de transmitir enfermedades infectocontagiosas del donante al receptor (HIV, hepatitis B, hepatitis C, sífilis, etc.^{4,6-7}). Además es importante que estos resultados estén informados antes de realizar la ablación, ya no por seguridad de los futuros receptores (pues de ser positivos los huesos se descartan), sino por seguridad del equipo ablacionista interviniente en la cirugía.

BIBLIOGRAFÍA

- Anderson MJ, Keyac JH, Skinner HB: Compressive mechanical properties of human cancellous bone after Gamma irradiation. *J Bone Jt Surg* 74-A: 747, 1992.
- Asselmeier MA, Caspari RB, Bottenfield S: A review of allograft processing and sterilization techniques and their role in transmission of the human immunodeficiency virus. *Am J Sports Med* 21: 170, 1993.
- Buck BE, Malinin T: Human bone and tissue allografts. Preparation and safety. *Clin Orthop* 303: 8, 1994.
- Buck BE, Resnik MD, Shah MV, Malinin T: Human immunodeficiency virus cultured from bone. *Clin Orthop* 251: 249, 1991.
- Campbell DG, Peng Li, Stephenson AJ, Oakeshott RD: Sterilization of HIV by Gamma irradiation. A bone allograft model. *Int Orthop* 18: 172, 1994.
- Caspari RB, Bottenfield S, Hurwitz R, Asselmeier MA: HIV transmission via allograft organs and tissues. *Sports Med Arthrosc Review* 1: 42, 1993.
- Cavanaugh J, King A: Control of transmission of HIV and other blood bone pathogens in biomechanical cadaveric testing. *J Orthop Res* 8: 159, 1990.
- Chapman PG, Villar RN: The bacteriology of bone allografts. *J Bone Jt Surg* 74-B: 398, 1992.
- Czitrom AA: Bone banking in community hospitals. *In: Aebi M, Regazzoni P (eds): Bone Transplantation*, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg, 1989; pp 151-154.
- Doppelt SH, Tomford WW, Lucas AD, Mankin HJ: Operational and financial aspects of a hospital bone bank. *J Bone Jt Surg* 63-A: 1472, 1981.
- Delloy C, Munting E: Organizational aspects of a hospital bone bank. *In: Aebi M, Regazzoni P (eds): Bone Transplantation*, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg, 1989; pp 181-182.
- Ehrlich MG, Lorenz J, Tomford WW, Mankin HJ: Collagenase activity in banked bone. *In: Transactions of the 29th Annual Orthopaedics Research Society*, 1983; p 166.
- Friedlander GE: Current concepts review bone-banking. *J Bone Jt Surg* 64-A: 307, 1982.
- Friedlander GE: Bone banking. In support of reconstructive surgery of the hip. *Clin Orthop* 225: 17, 1987.
- Gerard Y: Banques d'os (allogreffes). *Rev Chir Orthop* 74: 109, 1988.
- Inclan A: The use of preserved bone graft in orthopaedic surgery. *J Bone Jt Surg* 24: 81, 1942.
- Ivory JP, Thomas IH: Audit of a bone bank. *J Bone Jt Surg* 75-B: 355, 1993.
- Judet H: Le graffe des articulations. *RevdeChir*40: 1-22, 1909.
- Kakaiya RM, Jackson B: Regional programs for surgical bone banking. *Clin Orthop* 251: 290, 1930.
- Kalbe P, Illgner A, Berner W: Organisation of a bone bank. *In: Aebi M, Regazzoni P (eds): Bone Transplantation*. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg, 1989, pp 172-173.
- Lexer E: Joint transplantation and a arthroplasty. *Surg Ginecol and Obstetrics* 40: 782, 1925.
- Ley 21.541. Decreto 3.011. Normas sobre ablación e implantación de órganos y material anatómico. Buenos Aires, 1977.
- Ley 21.541. Decreto Reglamentario 3.011. Resoluciones Ampliatorias. Normas sobre ablación e implantación de órganos y material anatómico. Buenos Aires, 1987 (2ª ed).
- Resolución Ministerial 355/90. Ministerio de Salud y Acción Social. Subsecretaría de Salud. Buenos Aires, 1990.
- Ley 24.193. Trasplantes de órganos y materiales anatómicos. Buenos Aires, 1993.
- Lord CF, Gebhardt MC, Tomford WW, Mankin H: Infection in bone allografts. *J Bone Jt Surg* 70-A: 369, 1988.
- Loty B, Courpied JP, Tomeno B et al: Bone allografts sterilised by irradiation. *Int Orthop* 14: 237, 1990.
- Malinin TI: University of Miami Tissue Bank: collection of postmortem tissues for clinical use and laboratory investigation. *Transplant Proceed VIII (2) (Suppl 1):* 53, 1976.
- Malinin TI, Brown MD, Martínez O et al: Bone banking. Experience with 1175 donors. *In: Aebi M, Regazzoni P: Bone Transplantation*. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg, 1989; pp 170-171.
- Michaud RJ, Drabu KJ: Bone allograft banking in the United Kingdom. *J Bone Jt Surg* 76-B: 350, 1994.
- Ottolenghi CE: Massive osteoarticular bone grafts. Transplant of the whole femur. *J Bone Jt Surg* 48-B (4): 646, 1966.
- Ottolenghi CE: Massive osteo and osteoarticular bone grafts. Technic and results of 62 cases. *Clin Orthop* 87: 156, 1972.
- Ottolenghi CE, Muscolo DL, Maenza R: Bone defect reconstruction by massive allograft. Technique and results of 51 cases followed for 5 to 32 years. *In: Straub LS, Wilson PD Jr (eds): Clinical Trends in*

- Orthopaedics. Thieme-Stratton, New York, 1982; pp 171-183.
34. Pelker RR, Friedlaender GE, Markhan TC: Biomechanical properties of bone allografts. *Clin Orthop* 174: 54, 1983.
 35. Remmelt Veen M, Bloem RM, Petit PLC: Sensitivity and negative predictive value of swab cultures in musculoskeletal allograft procurement. *Clin Orthop* 300: 259, 1994.
 36. Roder W, Muller H, Muller WEG, Merz H: HIV infection in human bone. *J Bone Jt Surg* 74-B: 179, 1992.
 37. Salzman NP, Psallidopoulos M, Prewett AB, O'Leary R: Detection of HIV in bone allografts prepared from AIDS autopsy tissue. *Clin Orthop* 292: 384, 1993.
 38. Tomfford WW, Doppelt SH, Mankin HJ, Friedlander GE: 1983 bone bank procedures. *Clin Orthop* 174: 15, 1983.
 39. Tomfford WW, Doppelt SH, Mankin HJ: Organization, legal aspects and problems of bone in a large orthopaedic center. *In: Aebi M, Regazzoni P (eds): Bone Transplantation.* Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg, 1989; pp 145-150.
 40. Tomfford WW, Thongphasuk J, Mankin HJ, Ferrare MJ: Frozen musculoskeletal allografts. A study of the clinical incidence and causes of infection associated with their use. *J Bone Jt Surg* 72-A: 1137, 1990.
 41. Tomfford WW: *Musculoskeletal Tissue Banking.* Raven Press, 1993; pp 19-230.