

TRASPLANTE DE HUESO CORTICAL AUTÓGENO EN EL PERRO. DESCRIPCIÓN DE 3 CASOS.

J. Font Grau, J. Cairó Vilagran | Canis Hospital Veterinari
C. Lluís Pericot 17
17003 Girona

RESUMEN

Describimos la evolución clínica y radiológica de 3 casos de trasplante óseo de cortical autógeno no vascularizado. Se trató un fémur que presentaba un amplio secuestro diafisario, una tibia con pérdida diafisaria de estructura ósea por arma de fuego y un cúbito-radio con no unión biológicamente inactiva unida a un secuestro óseo. Los 3 casos precisaban un soporte mecánico además de una acción osteogénica. Fueron tratados mediante un injerto de un cilindro óseo cortical procedente del cúbito del mismo animal a diferencia de lo publicado en la bibliografía que cita a la costilla, ilion y peroné como origen de hueso cortical autógeno. La fijación se realizó con placas DCP de 3,5 mm en compresión axial.

Palabras clave: Injerto; Cilindro óseo; Autógeno.

ABSTRACT

This article presents the clinical and radiological evolution of 3 cases which were treated with an autogenous non vascularized cortical bone transplant. The first case features a large diaphyseal sequestrum in the femur. The second case presented with loss of diaphyseal bony structure due to a gunshot injury in the tibia. The third case describes a biologically inactive nonunion and a sequestrum in the radius and ulna. All 3 cases needed mechanical support and osteogenic activity in order to heal appropriately. Surgical treatment consisted in a cortical bone graft using a bony cylinder from the ulna of the same animal. The rib, ilion and fibula are cited in the literature as the source of autogenous cortical bone as opposed to the method described in this article. Fixation was accomplished with 3,5 mm DCP in axial compression.

Key words: Graft; Bony cylinder; autogenous.

INTRODUCCIÓN.

El trasplante óseo cortical está indicado en fracturas diafisarias conminutas en las que el tamaño de los fragmentos hace imposible la reconstrucción anatómica del hueso. También se utiliza cuando hay pérdida de la arquitectura ósea, en casos de no-unión atrófica, en casos de secuestros óseos y como sustitución a la resección en bloque de tumores óseos^(4, 12).

Los primeros trabajos de injerto cortical datan del 1891 en que Macewen los utilizó en la reconstrucción diafisaria de un húmero en un adolescente^(15, 10, 11), pero fue a partir de 1930-1940 que los principios básicos del trasplante óseo fueron establecidos, siendo actualmente en medicina humana el trasplante más utilizado en comparación a cualquier otro órgano o tejido, si exceptuamos las transfusiones sanguíneas⁽¹⁵⁾. A partir de 1940 se introdujo el banco de huesos con las distintas modalidades: hueso congelado, desecado, fresco,

y últimamente esterilizado y conservado con óxido de etileno⁽²⁰⁾.

A pesar del amplio uso del injerto óseo, los mecanismos biológicos y fisiológicos que intervienen en el proceso de incorporación son parcialmente conocidos⁽¹⁰⁾. En lo que sí hay unanimidad es en la clara ventaja biológica que supone el **autoinjerto** (del mismo individuo) en relación al **homoinjerto** (de otro individuo de la misma especie), por cuanto el primero, carece de problemas inmunológicos, el potencial osteogénico es mayor y en consecuencia la capacidad de incorporación del injerto es superior^(2, 4, 16). Una fijación rígida con placa AO es la técnica quirúrgica más apropiada ya que el injerto necesita más tiempo para su incorporación y la placa permite una deambulación precoz lo cual es un principio básico de ortopedia.

Clásicamente se describen como injertos de hueso cortical autógeno, la costilla, el ala del ilion y el peroné^(5, 6). En este trabajo presentamos el seguimiento de tres casos clínicos en que se ha

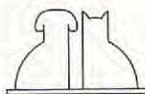




Fig. 1A, 1B. Caso n.º 1. Radiografías de tórax y de cúbito-radio del mismo animal. La calidad mecánica del cilindro óseo obtenido a partir del cúbito es obviamente superior de la que se obtendría a partir de la costilla.

utilizado la diáfisis cubital (Figs. 1A y 1B) como injerto de hueso cortical, autógena, en un fémur que presentaba un importante secuestro diafisario, en una tibia con un déficit óseo debido a un disparo por arma de fuego y en un radio-cúbito por una no-unión biológicamente inactiva.

CASOS CLÍNICOS.

Caso n.º 1.

Gos d'atura, hembra de 5 años de edad y 20 kg de peso presentado a la clínica con fractura múltiple diafisaria de fémur, con 4 fragmentos debido a un traumatismo por accidente de automóvil. El animal fue atendido a las 4 horas del accidente. Inmediatamente se le instauró un tratamiento de cefalexina 20 mg/kg vía parenteral y se trató la fractura mediante un hemifijador (Tipo I) utilizando 4 clavos de 3 mm con rosca, 2 en la parte proximal y 2 en la distal. La coaptación del fijador se realizó con rótulas tipo Meynard 3x3, utilizando una barra externa de 3 mm. Como sistema adicional de fijación se utilizó un clavo centromedular de 2,5 mm y dos cerclajes de 0,8 mm de diámetro en la reducción de los fragmentos (Figs. 2A y 2B). La estabilidad se consideró buena y el animal empezó a apoyar de forma esporádica y progresiva a partir del 3^{er} día. A las 4 semanas de la intervención, el animal se mostró apático y con falta de apoyo, evidenciándose radiológicamente una zona compatible con un secuestro óseo, sin actividad osteogénica y que correspondía a los fragmentos que habían sido fijados mediante cerclajes (Figs. 3, 4A y 4B).

Dada la longitud importante del secuestro óseo se decidió sustituirle por un injerto de hueso cor-



Fig. 1B. Para estabilizar el cúbito se introduce un clavo de 2 mm de diámetro.

tical autógeno. Una vez practicado la exéresis del material inerte (secuestro y cerclajes) se procedió a realizar un corte perpendicular al axis del hueso femoral con el fin de reavivar los bordes y permitir un mejor contacto con el injerto. Acto seguido se procedió a obtener un cilindro óseo procedente del cúbito distalmente al ligamento interóseo que une el cúbito y radio. Para evitar la desestabilización del cúbito se procedió a colocar un clavo de 2 mm a lo largo del mismo. De la misma extremidad se obtuvo tejido esponjoso procedente de la tuberosidad humeral.

El implante elegido para la colocación del injerto fue una placa DCP de 3,5 mm de 7 agujeros a modo de compresión colocándose 3 tornillos en la parte proximal, 2 en el injerto y 2 en la parte distal. Se colocó hueso esponjoso en las interfases de contacto de las superficies óseas (Fig. 5). Se instauró un tratamiento antibiótico post-operatorio y a los 10 días el animal empezó a apoyar. Una ligera amiotrofia y una cojera ocasional persistieron durante 3 semanas.

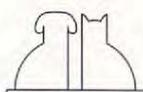




Fig. 2A, 2B. Caso nº 1. Fractura múltiple diáfisaria de fémur, tratada mediante un fijador externo Tipo I, con 4 clavos de 3 mm con rosca. Como sistema de fijación adicional se utilizó un clavo centromedular de 2,5 mm y dos cerclajes de 0,8 mm.

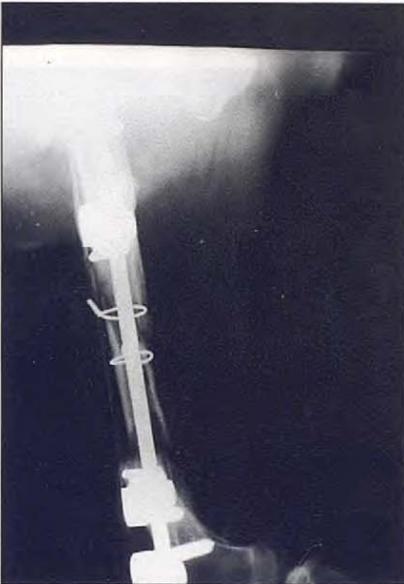


Fig. 3. Caso nº 1. Imagen radiológica de sequestro óseo.

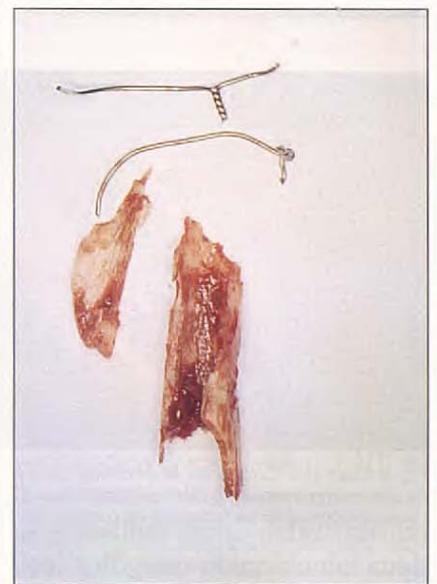


Fig. 4A, 4B. Caso nº1. Imagen intra-operatoria del sequestro óseo. Exéresis del material inerte: sequestro y cerclajes.

Fig. 5. Izquierda. Caso nº 1. Sustitución del sequestro por un cilindro óseo procedente del cúbito del mismo animal. Fijación mediante placa DCP de 7 tornillos a modo de compresión. Colocación de hueso esponjoso autógeno en las interfaces de contacto del injerto.

Fig. 6. Derecha. Caso nº 1. Proceso de incorporación y mineralización del injerto a los 3 meses de la intervención.

Evoluciones radiológicas posteriores revelaron que el autoinjerto se mantenía en su sitio y la alineación del miembro era satisfactoria. La incorporación del segmento óseo transplantado fue evidente con proliferación ósea y mineralización del mismo (Fig. 6).

Un control clínico a los 18 meses de la intervención constató una evolución correcta y una ligera cojera al correr.



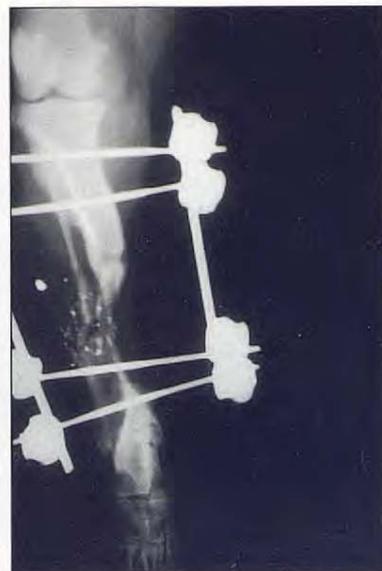


Fig. 7A, 7B. Caso n.º 2. Fractura abierta de tibia ocasionada por arma de fuego. Pérdida de estructura ósea. Implantación de un fijador externo Tipo II.

Fig. 8. Caso n.º 2. Imagen radiológica a las 6 semanas del accidente. La ausencia de actividad ósea es evidente.



Fig. 9. Caso n.º 2. Colocación de un cilindro óseo procedente del cúbito del mismo animal. Fijación mediante placa DCP de 9 orificios. Hueso esponjoso en las interfases de contacto del injerto.



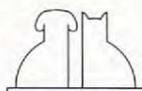
Fig. 10. Caso n.º 2. Rotura del implante a las 12 semanas de la implantación del injerto.

Caso n.º 2.

Sabueso, aptitud caza del jabalí, 3 años y 32 kg de peso presentado en urgencias por un disparo por arma de fuego acontecido 2 horas antes. Presentaba herida abierta de tibia con pérdida de tejidos blando y pérdida de estructura ósea a nivel de la diáfisis tibial. Las zonas articulares, proximal y distal así como la sensibilidad eran correctas. Después de administrar cefalexina (20 mg/kg) vía parenteral se procedió a la limpieza de la zona y la implantación de un fijador Tipo II con 2 clavos transfijantes en la parte proximal y 2 en la distal de 3 mm de diámetro coaptados a unas barras externas de 4 mm de diámetro mediante rótulas tipos Meynard de 3x4 (Figs. 7A y 7B).

Radiografías posteriores mostraron restos de plomo procedentes del disparo a nivel del foco de fractura.

El fijador estabilizó el foco de fractura y permitió un fácil acceso a la zona para el control de la misma y poder practicar la limpieza diaria de la zona afectada. A las 6 semanas la evolución de los tejidos blandos era favorable pero el animal mostraba falta de apoyo. Radiológicamente se evidenció una falta total de respuesta ósea a nivel del foco de fractura que fue catalogado como una no unión debido a pérdida de estructura ósea (Fig. 8). Dado que el déficit óseo era importante y se precisaba un cilindro óseo de aproximadamente 4 cm de longitud, se procedió al trasplante óseo procedente del cúbito, del mismo animal al cual se le introdujo un clavo centromedular de 2 mm para asegurar la estabilidad. Después de un corte perpendicular al axis tibial y extracción de la zona



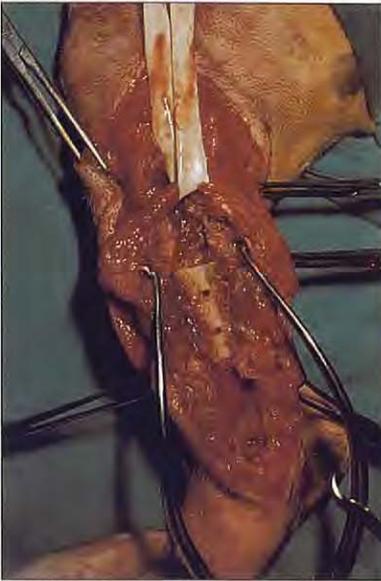


Fig. 11A, 11B. Caso n.º 2. Aspecto intraoperatorio del injerto. Colocación de otra placa DCP de 10 tornillos. Hueso esponjoso autógeno en la interfase proximal del injerto.



Fig. 12. Caso n.º 2. Callo perióstico exuberante a los 6 meses de la segunda intervención.

atrófica se colocó el injerto mediante una placa DCP de 3,5 mm por cara medial, de 9 orificios, colocándose 8:4 proximales, 2 en el injerto y 2 distales a modo de compresión, el tornillo n.º 7 no se colocó por coincidir con la interfase del injerto, además de colocar hueso esponjoso autógeno en las interfase de contacto (Fig. 9). La evolución fue correcta hasta obtener una actividad prácticamente normal. A las 12 semanas de la implantación del injerto el animal presentó una cojera súbita. El examen radiológico mostró rotura de implante entre el tornillo n.º 4 y el n.º 5, que correspondía a la interfase proximal del injerto (Fig. 10). La parte distal del mismo parecía integrado a la estructura ósea de la tibia. Se procedió a retirar el implante y colocar otra placa DCP, de 10 orificios, a modo de compresión e intercalando hueso esponjoso autógeno extraído del húmero contralateral en relación a la primera extracción. Se aprovecharon los mismos orificios y se aplicaron dos más, distalmente (Figs. 11A y 11B). A las 2 semanas el animal empezó a apoyar y estudios radiológicos de control evidenciaron una evolución favorable con un callo exuberante (Fig. 12). Clínicamente el animal no presenta cojera. Dos años y medio después de la primera fractura desarrolla actividad de caza perfectamente normal.

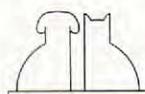
Caso n.º 3.

Podenco, macho, de 7 años y 26 kg de peso referido a la clínica presentando falta de apoyo con una importante desviación lateral de la extre-

midad anterior. El examen físico demostró una inestabilidad diafisaria indolora. Radiológicamente se constataba una no-uni6n biológicamente inactiva. Dos meses antes el animal había sufrido una fractura múltiple de cúbito y radio que había sido tratada con un fijador Tipo II y un cerclaje metálico (Figs. 13A y 13B).

El fijador utilizado fue el tipo Meynard de 3x4, clavos transfixantes de 3 mm y barras laterales de 4 mm. La ubicaci6n en cruz, de los clavos 3 y 4 no es correcta. Dado el estado funcional de animal y la imagen radiológica (Figs. 14A y 14B) se decide practicar la extracci6n del segmento óseo a partir del cerclaje y sustituir dicho déficit por un cilindro óseo cortical autógeno obtenido del cúbito contralateral. La extracci6n del mismo se practicó distal al ligamento anular y de una longitud aproximada de 3 cm. El cúbito se estabilizó con un clavo centromedular de 2 mm. Se colocó una placa DCP medialmente a modo de compresión, de 9 orificios, aunque sólo se colocaron 7, 3 proximales, 2 en el injerto y 2 distales. El tornillo más proximal no se colocó por problemas de adaptaci6n al hueso y el n.º 5 porque coincidía con la interfase hueso-injerto. Se trasplantó hueso esponjoso autógeno en las 2 interfases de contacto (Fig. 15).

La alineaci6n del miembro fue correcta y el animal comenzó a apoyar la extremidad a las 2 semanas de la intervenci6n. El último estudio radiológico obtenido 5 meses después del injerto demuestra una incorporaci6n del mismo si bien subsiste una ligera radiotransparencia a nivel de la parte proximal del injerto (Fig. 16). El último con-



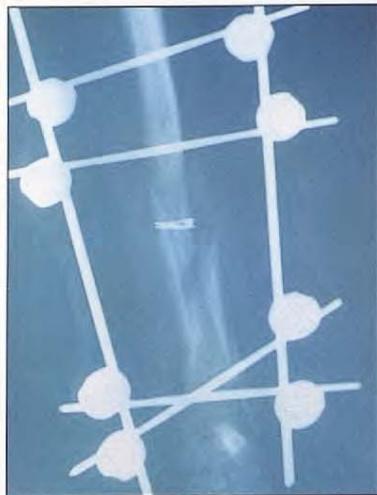


Fig. 13A, 13B. Caso n.º 3. Fractura múltiple de cúbito-radio, tratada con fijador externo Tipo II y un cerclaje.

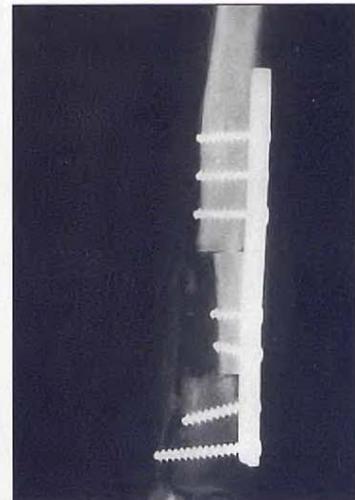


Fig. 15. Caso n.º 3. Implantación de un cilindro óseo a partir del cúbito del mismo animal.



Fig. 14A y 14B. Caso n.º 3. No unión y desviación lateral de la extremidad a los dos meses de la intervención.



Fig. 16. Caso n.º 3. Imagen radiológica a los 5 meses de la colocación del injerto. Incorporación y mineralización del mismo.

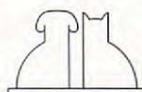
trol a los dos años de la intervención constataron una actividad totalmente normal del animal.

DISCUSIÓN.

Los injertos de hueso cortical se utilizan cuando además de un estímulo osteogénico se precisa un soporte mecánico para la resolución de ciertos problemas ortopédicos, principalmente, no unión, secuestros y déficit oseos. Aunque la dinámica de incorporación es parecida en los autoinjertos y en los homoinjertos, fenómenos de origen inmunológico hacen que el proceso se desarrolle

de forma mucho más lenta en los segundos, con lo que el porcentaje de complicaciones que ofrecen los injertos procedentes de otro animal de la misma especie son muchos más importantes que los presentados por los autoinjertos^(2, 4, 12, 14, 16). Los injertos heterólogos (xenoinjertos), entre individuos de diferentes especies prácticamente no se utilizan por cuanto provocan una reacción de cuerpo extraño⁽⁶⁾.

La reacción inmunológica es la responsable de la eliminación de las células osteogénicas. Los injertos autógenos minimizan la reacción antigénica y permiten una incorporación más rápida⁽⁵⁾. Las desventajas de la utilización del trasplante de



hueso autógeno avascular, son el incremento del tiempo quirúrgico y la menor disponibilidad en cuanto a tamaños y grosores en comparación a un banco de huesos⁽²⁰⁾. El material más idóneo para reemplazar un defecto óseo cortical es el hueso cortical autógeno y vascularizado. La incorporación es rápida pero su utilización está limitada por problemas relacionados con la anastomosis vascular^(1, 20).

En la bibliografía clásica se mencionan como sitios anatómicos de recolección de hueso cortical autógeno y avascular: la costilla, el ilión y el peroné^(5, 6). Anatómicamente estos huesos presentan el problema de conferir poco soporte mecánico, con corticales finas (costillas e ilión) y grosor muy reducido (peroné). Las costillas más craneales son más anchas que las caudales pero su extracción es más dificultosa. Generalmente se aconseja extraer la costilla VII, VIII ó IX. Otro problema es que al desperiostizar la costilla hay peligro de perforar la pleura y provocar un neumotórax^(5, 6).

La experiencia clínica propia, acumulada en problemas óseos del crecimiento, principalmente valgus por cierre prematuro de la diáfisis distal del cúbito, en los que el tratamiento de elección es la resección de varios centímetros de la diáfisis cubital, nos hizo pensar que la diáfisis cubital podría ser un sitio anatómicamente útil para la obtención de cilindros óseos corticales autógenos avascular para la reconstrucción de defectos óseos ya que aportaría un buen soporte mecánico además de potencial osteogénico. Estudios clínicos y experimentales han demostrado que la obtención de una porción importante de diáfisis cubital solo provoca cojera transitoria con la condición de dejar intacto el ligamento interóseo que une cúbito y radio. La cinética de la extremidad y el movimiento de las articulaciones proximal (codo) y distal (carpo) no quedan afectadas⁽¹⁹⁾. En los 3 casos presentados la osteotomía se practicó lo más proximal posible, respetando el ligamento interóseo, ya que el diámetro del cilindro óseo es más ancho cuanto más proximal. Para conferir mayor estabilidad al cúbito se introdujo en todos los casos un clavo centromedular de 2 mm de diámetro.

Se han utilizado diferentes sistemas ortopédicos para mantener el injerto trasplantado: fijadores externos, clavos centromedulares, etc. El método de elección son las placas DCP ejerciendo compresión axial a nivel de las 2 interfases de contacto, ya que el implante debe ser capaz de mantener el injerto hasta que acontezca la unión huésped-injerto⁽⁴⁾. En los tres casos hemos utilizado placas DCP a modo de compresión. Funcional-

mente los animales responden de la misma manera que una fractura múltiple estabilizada con una placa⁽⁶⁾. Cuando el animal apoya la placa debe resistir fuerzas de tensión, torsión, compresión y rotación. Las placas son especialmente sensibles a las fuerzas de rotación y torsión cíclica (curvamiento) que pueden provocar fatiga del material y rotura del implante⁽²⁰⁾. En nuestra serie el caso n.º 2 presentó rotura de placa a las 12 semanas de la intervención, siendo sustituida por otra placa de tamaño más largo.

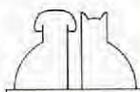
En medicina humana la incidencia de fracturas tratadas con homoinjertos se cifra en un 16%^(3, 20). En pequeños animales los estudios hechos constatan una incidencia menor o no han sido publicados⁽²⁰⁾. Otros problemas relacionados con la utilización de homoinjertos en pequeños animales se relacionan con infecciones, no uniones, secuestro y tendencia del implante a alojarse. El porcentaje de éxitos varía del 90% en gatos, al 36% en perros^(11, 19).

Sinibaldi obtiene un 96% de éxitos en perros utilizando homoinjertos de cilindros corticales congelados⁽¹⁸⁾.

Henry en un estudio retrospectivo, evalúa 16 criterios que pueden contribuir al éxito o fracaso en la incorporación de los homoinjertos, considerando de todos ellos dos de máxima importancia: la infección preexistente o yatrogénica y la inestabilidad. El movimiento provoca una unión fibrocartilaginosa debida a una baja tensión de oxígeno debido a su vez a la avascularidad⁽¹¹⁾. El grado de estabilidad vendrá dado en gran parte por el número de tornillos utilizados que deben ser como mínimo 2, o mejor 3, en cada fragmento óseo y 2 que sujeten al cilindro óseo trasplantado⁽¹¹⁾ además de practicar compresión axial, premisas que cumplimos en todos los casos. El implante deberá actuar más tiempo que en una fractura convencional⁽⁴⁾.

Otros factores que intervienen en la estabilidad son procurar un máximo contacto entre las interfases y la colocación de hueso esponjoso en los mismos^(4, 5). La diferencia de tamaño del cilindro óseo en comparación con el sitio receptor es uno de los principales problemas del trasplante de hueso cortical autógeno^(4, 20).

En todos los casos obtuvimos hueso esponjoso autógeno de la tuberosidad humeral. La tibia proximal es otro sitio anatómico de elección, pero a nivel humeral el hueso esponjoso es reemplazado de forma más rápida y completa que en la tibia^(9, 15). La razón de esta diferencia no está clara pero se consideran varios factores: la tuberosidad hu-



meral es más rica en hueso esponjoso que la tibia proximal y la lesión provocada al obtener hueso esponjoso es mayor en la tibia que en el húmero ya que se retira hueso trabecular, elementos hematopoyéticos y posiblemente endostio. Fracturas secundarias de córtex tibial han sido descritas después de la recolección de hueso esponjoso^(5, 15, 17).

En el caso n.º 2 en que tuvimos que obtener hueso esponjoso autógeno por segunda vez, optamos por extraerlo del húmero contralateral en relación a la primera extracción, ya que la restauración de la arquitectura normal del hueso después de la primera extracción puede tardar más de 4 meses⁽¹⁵⁾.

Las fases de incorporación del injerto óseo no vascularizado son secuenciales y se desarrollan de forma parecida tanto en los autoinjertos como en los homoinjertos. En los primeros, el proceso acontece de forma más rápida^(4, 5, 7, 10). La vascularización del injerto es el primer estadio que se instaura a partir del hematoma que rodea al hueso implantado. Posteriormente se forma una encapsulación fibrosa del injerto⁽¹⁴⁾.

El segundo paso es la reabsorción del injerto por fenómenos de necrosis a partir de los sistemas de Harver desvascularizados, con desaparición de los mismos. Clínicamente el resultado es una mayor porosidad del mismo que lo hace más débil. Esta debilidad mecánica, se constata a las 6 semanas del trasplante y puede durar 6 meses⁽¹⁴⁾, lo que podría explicar el caso de rotura de implante que tuvimos a las 12 semanas de la intervención (caso n.º 2).

Histológicamente esta fase de reabsorción se caracteriza por la presencia de células gigantes multinucleadas llamadas osteoclastos en las superficies trabeculares. Su origen no está claro pero se cree que provienen de precursores hematopoyéticos o de la línea fagocito-mononuclear^(5, 8).

La tercera fase es la aposicional que se desarrolla a partir de los osteoblastos, células originarias de la médula ósea que depositan osteoides. Durante esta fase acontece la remodelación e incorporación del hueso trasplantado y durante

mucho tiempo, incluso años, coexisten hueso neoformado y hueso necrótico del injerto. Cuando el porcentaje es del 60% del primero y 40% del segundo la resistencia mecánica es similar a la de un hueso normal^(5, 7, 8).

El tiempo que dura la incorporación del hueso trasplantado está en función de numerosos factores: tipo de injerto, tamaño del mismo, edad del animal, sistema de fijación, etc.⁽¹¹⁾.

La regulación de los fenómenos de reabsorción-neoformación ósea son complejos y no definitivamente aclarados. Intervienen fenómenos humerales, celulares, sistémicos e incluso potenciales eléctricos que influyen en el estímulo osteogénico⁽¹⁰⁾. Con todo es necesaria la presencia de una sustancia inductora de osteogénesis para la correcta incorporación del injerto. La naturaleza exacta de la sustancia inductora es desconocida pero se ha demostrado que la matriz ósea contiene una proteína morfogénica, no específica, que actúa como agente inductor de la osteogénesis^(10, 12, 13).

Todos los homoinjertos poseen un potencial más o menos importante de inmunogenicidad y la respuesta inmune es suficiente para impedir o retrasar la revascularización e incorporación del injerto^(5, 11).

Los huesos corticales autógenos obvian este problema además de no estar alterados estructuralmente en el momento de su implantación⁽¹⁶⁾. La preparación y almacenamiento de los homoinjertos influye en su capacidad inmunogénica y en sus propiedades mecánicas⁽¹⁶⁾.

Algunos autores recomiendan practicar pequeños orificios al hueso trasplantado para acelerar el proceso de revascularización y reparación del injerto^(7, 8).

En ningún caso de los 3 presentados se procedió a la extracción del implante. Brinker considera que en los homoinjertos las placas se pueden retirar a los 18 meses de su colocación⁽⁶⁾. La imagen radiológica no se correlaciona con la resistencia mecánica real del injerto, lo cual complica la decisión clínica de retirar el implante⁽⁵⁾.

BIBLIOGRAFÍA.

- Albrektsson, T. The healing of autologous bone grafts after varying degrees of surgical trauma. *J. Bone Joint Surg.* 62B: 3403, 1980.
- Alexander, J.W. Use of a combination of cortical bone 25 allografts and cancellous bone autografts to replace massive bone loss in fresh fractures and selected non unions. *J. Anim. Hosp. Assoc.* 19: 671, 1983.
- Berrey, B.H., Lord, C.F., Gebhardt, M.C., Mankin, H.J. Fractures of allografts. Frequency treatment and end-results. *J. Bone Joint Surg.* 72: 825, 1990.
- Bloomberg, M.S. Frozen diaphyseal Bone Allografts combined with external and internal pin splintage in Small Animal Orthopedic Surgery. *J. Am. Anim. Hosp. Assoc.* 20: 393, 1984.
- Bojrab, M.J. Current Techniques in Small animal Surgery. Lea-Febiger, 3ª Ed., p. 836, 1990.
- Brinker, W.O., Piermattei, D.L., Flo, G.L., Handbook of Small animal orthopedics and fracture treatment. W.B. Sanders, 2ª Ed., p. 65, 1990.
- Burchardt, H., Busvee, G.A., Enneking, W.F. Repair of experimental autologous grafts of cortical bone. *J. Bone Joint Surg.* 57A: 814, 1975.
- Enneking, W.F., Burchardt, H., Puhl, J.J., Piotrowski, G. Physical and biological aspects of repair in dog cortical bone transplants. *J. Bone Joint Surg.* 57: 237, 1975.
- Font, J. Cairo, J. Trasplante de esponjoso en cirugía ortopédica AVEPA. 18: 99, 1985.
- Gary, E.F. Current concepts reviews. Bone Grafts. *J. Bone Joint Surg.* 69: 786, 1987.
- Henry, W.B., Wadsworth, P.L. Retrospective analysis of failures in the repair of severe

- comminuted long bone fractures using large diaphyseal allografts. *J. Am. Anim. Hosp. Assoc.* 17: 535, 1981.
- Johnson, A.L., Stein, L.E. Morphologic comparison of healing patterns in ethylene oxide-sterilized cortical allografts and untreated cortical autografts in the dogs. *Am. J. Vet. Res.* 49: 101, 1988.
- Johnson, A.L., Eurell, J.A., Schaeffer, D.J. Evaluation of canine cortical bone graft remodeling. *Vet. Surg.*, pp. 293-298, 1992.
- Newton, Ch.D., Nunamaker, D.M. Textbook of Small animal orthopedics. J.B. Lippincott., p. 519, 1985.
- Penwick, R.C., Mosies, D.A. Healing of canine autogenous cancellous bone graft donor sites. *Veterinary surgery.* 20: 4-229, 1991.
- Roe, S.C., Pijanowski, G.J., Johnson, A.L. Biomechanical properties of canine cortical bone allografts: effects of preparation and storage. *Am. J. Vet. Res.* 49: 873, 1988.
- Schena, C.J. The procurement of cancellous bone grafting in Small animal Orthopedic surgery: A review of instrumentation, technique and pathophysiology. *J. Am. Anim. Hosp. Assoc.* 19: 696, 1983.
- Sinibaldi, K.R. Evaluation of full cortical allografts in 25 dogs. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 194: 1570, 1989.
- Szentimrey, D., Farler, D., et al. Transplantation of the canine distal vena a free vascularized bone graft. *Veterinary surgery.* 24: 215, 1995.
- Wagner, S.D., Marley, P.A., et al. Failure of ethylene oxido-sterilized cortical allografts in two dogs. *J. Anim. Hosp. Assoc.* 30: 181, 1994.

