

IRRIGACIÓN ARTERIAL MACROSCÓPICA Y MICROSCÓPICA DEL RADIO EN PERROS DE DIFERENTES TALLAS

Macroscopic and Microscopic Arterial Blood Supply of the Radius in Dog of Different Size

Mario Riera¹, Luis Rivera², Pedro Avilán² y Luis Villalobos¹

¹Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad del Zulia, Apartado 15252. Maracaibo, Edo. Zulia, Venezuela.

²Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Central de Venezuela, Apartado 4563. Maracay, Edo. Aragua, Venezuela.

RESUMEN

Mediante técnicas anatómicas de disección, corrosión, clarificación de tejidos, microscopía de luz y técnicas radiográficas se estudió la irrigación extraósea e intraósea del radio en perros de tallas pequeña y grande. Se demostró el origen, relación y distribución de las arterias que irrigan al radio y músculos asociados a él, haciendo mayor énfasis sobre la irrigación intraósea de la extremidad distal del radio. También se demostró que las fuentes principales de irrigación extraósea del radio son la arteria braquial y las arterias periostales provenientes de la red de vasos sanguíneos de los tejidos blandos que rodean al hueso. La irrigación intraósea es proporcionada por la arteria nutricia que se origina de la arteria interósea caudal y, dentro del canal medular origina ramas ascendentes y descendentes. En los perros de talla pequeña hubo una disminución de la densidad vascular en el tercio distal del radio, la cual es asociada con mal pronóstico para la cicatrización de fracturas en estos perros.

Palabras clave: Perro, irrigación, radio.

ABSTRACT

The extraosseus and intraosseous blood supply of the radius in small versus large breed dogs was studied by using the following: dissection, corrossion cast, tissue clearing, light microscope and radiographic techniques. The origen, relationships and distribution of arteries that supply to the radius and associated muscles were determined. Emphasis was on the ciculation intraosseus of the distal diaphysis. The study demonstrated that the main source of extraosseus blood supply were braquial and periostal arteries derived from soft tissue vessels surrounding the radius bone. The intraosseus irrigation is sup-

plied by the nutrient artery which originates in the caudal artery. In the medullary canal it divided into ascending and descending branches. In small breed dogs there is a reduction of vascular density in distal diaphysis which associated with poor prognosis in fractures healing in this dog.

Key words: Dog, blood, radius.

INTRODUCCIÓN

El hueso requiere de adecuado aporte sanguíneo para que pueda llevar a cabo su función fisiológica normal. La revascularización es esencial para la cicatrización ósea y es necesaria para obtener una reparación satisfactoria de la fractura [1]. La reparación ósea se retarda, si el restablecimiento del flujo vascular es más lento o escaso de lo normal, conduciendo a la falta de unión de los extremos fracturados. Las imágenes radiográficas de reparación no se observan cuando no hay restablecimiento del flujo sanguíneo [4, 6]. Para poder interpretar las características propias de la reparación de la fractura es necesario conocer la anatomía vascular macroscópica y microscópica, ya que la formación del callo óseo en buena parte es la expresión del aporte sanguíneo hacia la fractura.

Se ha señalado en la literatura que el tercio distal del radio es un sitio con alta incidencia de fracturas en perros de tallas pequeñas. Aun cuando los factores involucrados en esta vulnerabilidad no han sido identificados, estas fracturas a menudo ocurren posteriormente a un trauma menor. En la mayoría de los casos son inestables y su línea de fractura es transversa. Fracturas que afectan la extremidad distal del radio donde el cubito permanece intacta no son comunes y de todas las que se presentan en los huesos largos entre 17 y el 18% se ubican en el radio comparado con el 14% del fémur y 15% de la tibia [10, 11, 18].

En los perros de talla pequeña, se presenta una alta incidencia de complicaciones (estimada en 60%) luego de fractu-

ras del tercio distal del radio [14]. La marcada incidencia de no unión asociada a fracturas diafisarias distales, probablemente se deba a una inadecuada estabilización de la fractura o a problemas restablecimiento del flujo vascular, el cual es muy escaso en la extremidad distal del radio de los perros de talla pequeña [2].

Se han postulado varias hipótesis con relación a la prevalencia del retraso en la cicatrización ósea después de fracturas distales en perros pequeños. Dentro de estas hipótesis se ha señalado, inestabilidad de la fractura, incremento en la formación de cartílago en el sitio de la fractura y disminución de la osteogénesis al compararlos con perros grandes. Sin embargo, el aporte vascular en el sitio de la fractura no ha sido estudiado directamente. Otros factores de riesgo asociados a las fracturas radioulnares son la configuración geométrica del hueso y la baja densidad mineral del mismo en la parte distal de la diáfisis [9].

El presente trabajo tuvo como objetivo demostrar a través de métodos anatómicos, radiográficos y quirúrgicos, la irrigación extraósea e intraósea normal del radio y comparar la densidad vascular del tercio distal del radio entre perros de tallas pequeña y grande

MATERIALES Y MÉTODOS

Animales experimentales

La investigación fue realizada en ocho perros adultos, clínicamente sanos, libres de lesiones congénitas o adquiridas, de ambos sexos y de diferentes tallas, procedentes del bioterio de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Central de Venezuela.

El ensayo tuvo por objeto estudiar la irrigación extra e intraósea del radio, mediante las técnicas de disección simple, corrosión y clarificación de tejidos. Los ocho perros se dividieron en tres grupos. Los grupos I y II de dos perros cada uno y el grupo III, de cuatro animales. En el grupo I se hizo el estudio de la irrigación extraósea mediante la técnica de disección simple luego de ser perfundidos con neoprene látex. En el grupo II ambos perros fueron perfundidos con acetato de vinil y fue estudiada la irrigación por medio de la técnica corrosión. En el grupo III –dos perros de talla grande de 16 y 18 kg y dos perros de 4 y 5 kg, respectivamente–, se estudió la irrigación intraósea mediante la técnica de clarificación de tejidos luego de ser perfundidos con sulfato de bario, estableciéndose la variación en la densidad vascular intraósea del tercio distal del radio entre perros de tallas grande y pequeña.

Preparación de los animales experimentales

Los animales de cada grupo fueron heparinizados vía endovenosa (Heparina sódica; Lab Lilly), utilizando una dosis de 5 mg/kg. Inmediatamente se anestesiaron con tiopental sódico (nesdonal; Lab Palenzola), solución al 2,5% vía endove-

nosa a una dosis de 30 mg/kg. La eutanasia se hizo por desangramiento a través de una cánula calibre 14, colocada en la arteria carótida derecha.

Posterior a la eutanasia fueron perfundidos con solución salina al 0,9% a fin limpiar completamente los vasos sanguíneos. Para esto se utilizó una bomba médica Thomas (modelo 1130-28) graduada a cinco (5) libras/pulgadas. La perfusión se mantuvo hasta que por la vena yugular salió el fluido completamente claro [13], separándose luego los miembros torácicos de cada perro.

Técnica de disección (grupo I)

Cuatro especímenes se perfundieron con neoprene látex. Disecada la arteria axilar, fue insertada una cánula calibre 14 conectada a una jeringa con 40 cc de neoprene látex que se inyectó a presión manual. Los especímenes se conservaron en refrigeración a 4°C por 24 h y luego disecados para estudiar origen, trayecto y distribución de las arterias extraóseas del antebrazo.

Técnica de corrosión (grupo II)

Se utilizaron cuatro (4) especímenes para perfundir acetato de vinil rojo, a través de la arteria axilar con el procedimiento descrito para el grupo anterior. Luego de preparados los especímenes, se les removió la piel y se maceraron en agua por dos semanas para obtener por corrosión un molde vascular y describir, origen, trayecto y distribución de las arterias extraóseas del antebrazo.

Técnica de clarificación de tejidos (grupo III)

Se perfundieron ocho (8) especímenes a través de la arteria axilar [16] con una suspensión de sulfato de bario (Bario; Lab Proton). Todos los especímenes de este grupo fueron sometidos al siguiente tratamiento: refrigeración a 4°C por 24 h, separación del radio, fijación del mismo en formol al 10% por 7 d, descalcificación en ácido nítrico al 5%, lavado por 3 d con agua oxigenada, deshidratación en soluciones crecientes de alcohol etílico desde 50 al 99% y clarificación con salicilato de metilo.

Utilizando un estereomicroscopio Carl Zeiss, modelo STEM 2000, se estudió la irrigación intraósea. Se fotografiaron las muestras más representativas con película AGFA asa 100, utilizando una cámara Carl Zeiss modelo 010.

RESULTADOS

Irrigación extraósea

En los ocho (8) especímenes estudiados se observó que la arteria braquial es la continuación de la arteria axilar y descende entre los músculos bíceps braquial y cabeza medial del tríceps. A lo largo de la superficie medial del antebrazo craneal al nervio mediano y en la extremidad proximal del antebrazo,

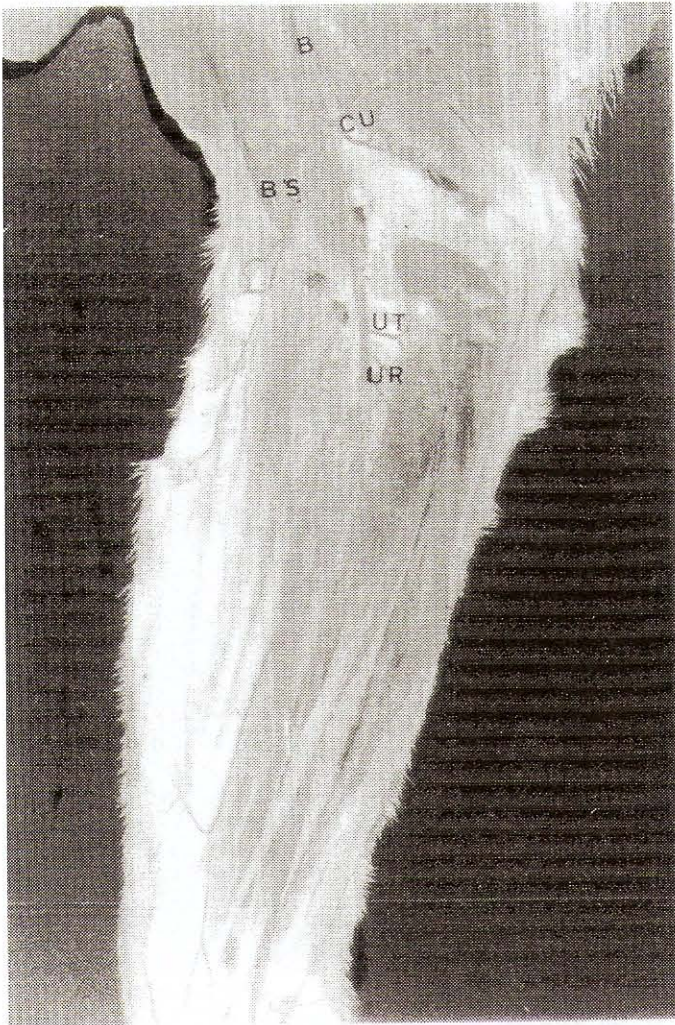


FIGURA 1. FOTOGRAFÍA. ORIGEN, TRAYECTO Y DISTRIBUCIÓN DE LAS ARTERIAS EXTRAÓSEAS DEL RADIO. VISTA MEDIAL. B: ARTERIA BRAQUIAL. CU: ARTERIA COLATERAL CUBITAL. BS: ARTERIA BRAQUIAL SUPERFICIAL. UT: ARTERIA CUBITAL TRANSVERSA. UR: ARTERIA CUBITAL RECURRENTE.

se continúa como arteria mediana. La arteria braquial en su recorrido, emite las arterias colateral cubital, braquial superficial, cubital transversa, cubital recurrente, e interósea común, FIG. 1, la arteria colateral cubital surge de la superficie caudal de la arteria braquial en el tercio distal del húmero, como se observó en el trabajo de disección realizado. Esta arteria origina dos ramas que nacen en un tronco común; sin embargo, en una de las muestras se ve que las ramas de la arteria tienen origen independiente de la arteria braquial. La rama proximal de la colateral cubital se distribuye sobre la superficie medial de las cabezas medial y larga del tríceps y la rama distal, irriga la parte caudal de la articulación humeroradiocubital y los músculos flexores proximalmente, FIG. 1. La arteria braquial superficial surge en la parte craneal de la arteria braquial en un sitio opuesto a la arteria precedente, cruza la porción distal del músculo bíceps braquial y la superficie flexora de la articulación humerora-



FIGURA 2. FOTOGRAFÍA. ORIGEN, TRAYECTO Y DISTRIBUCIÓN DE LAS ARTERIAS EXTRAÓSEAS DEL ANTEBRAZO. PLANO PROFUNDO. VISTA MEDIAL. ICO: ARTERIA INTERÓSEA COMÚN. ICA: ARTERIA INTERÓSEA CAUDAL. AP: ARTERIA ANTIBRAQUIAL PROFUNDA. M: ARTERIA MEDIANA. R: ARTERIA RADIAL U: CUBITAL.

dioulnar donde se divide en ramas lateral y medial, también se observó una rama recurrente al músculo bíceps, FIG. 1. La arteria cubital recurrente nace de la superficie caudal de la arteria braquial, proporciona una rama que se anastomosa con la arteria colateral cubital en el epicóndilo medial del húmero y también emite un pequeño vaso a los músculos flexores en su parte proximal, FIG. 1. La arteria cubital transversa se origina de la arteria braquial en la parte distal de la articulación del codo y proximal a la cubital recurrente, distribuyéndose sobre los músculos flexores y la cápsula articular, FIG. 1.

La arteria interósea común es la última rama que se originó de la arteria braquial; en el tercio proximal del antebrazo tiene un trayecto corto aproximadamente 1 cm y se acomoda en el espacio interóseo radiocubital donde origina las arterias cubital e interósea caudal, FIG. 2. La arteria cubital abandona la arteria interósea común y cruza en la superficie medial del



FIGURA 3. FOTOGRAFÍA. DISTRIBUCIÓN DE LAS ARTERIAS EXTRAÓSEAS DE LA EXTREMIDAD DISTAL DEL RADIO. VISTA MEDIAL. R: ARTERIA RADIAL RD: RAMA DORSAL. RC: RAMA CAUDAL. LA FLECHA SEÑALA EL LADO MEDIAL DE LA DIÁFISIS DISTAL DEL RADIO CON ESCASAS ARTERIAS PERIOSTALES.

cúbito para luego penetrar al músculo flexor digital profundo. La arteria cubital continua su recorrido distalmente para anastomosarse con la antebraquial profunda, FIG. 2. La interósea caudal se acomoda en el espacio entre el radio y el cúbito y emite ramas muy pequeñas que se distribuyen en los músculos craneales y caudales del antebrazo y a nivel del tercio medio del radio y cúbito origina sus respectivas arterias nutricias, FIG. 2. Lo anterior es corroborado al observar en el microscopio estereoscópico, los especímenes de huesos clarificados, FIG. 3. La arteria mediana en todos los especímenes estudiados se observó como el vaso de mayor calibre del antebrazo, es la continuación de la arteria braquial y se comienza a denominar arteria mediana después que origina a la arteria interósea común. En su recorrido emite ramas hacia los músculos flexores y a nivel del tercio medio del antebrazo, origina las arterias antebraquial profunda y radial, FIG. 2. La arteria antebraquial profunda nace de la superficie caudal de la arteria mediana por debajo de la arteria interósea común, tiene un recorrido disto-caudal cubierto por el músculo flexor carpo radial y se anastomosa con la arteria cubital en el tercio distal del radio,



FIGURA 4. MICROGRAFÍA 6.5 X. IRRIGACIÓN PERIFÉRICA PERIOSTAL DEL TERCIO DISTAL DEL RADIO. AP: ARTERIAS PERIOSTALES CO: CORTEZA ÓSEA.

FIG.2. La arteria radial tiene su origen de la arteria mediana y se ubica en el borde caudomedial del radio por donde hace un recorrido cráneo distal emitiendo ramas hacia la piel. Proximal al carpo se divide en ramas dorsal y caudal. La arteria radial en su recorrido proporciona muy pocos vasos que contribuyen a la irrigación periosteal de la zona medial y distal del radio, FIG 3.

Irrigación periosteal

Las arterias periosteales se estudiaron en ocho (8) especímenes, evidenciándose que las mismas tienen un recorrido paralelo al eje del hueso y son derivadas de los vasos que irrigan a los músculos y otros tejidos adyacentes al radio, principalmente de la arteria interósea caudal. Las ramas periosteales principales originan ramas secundarias más pequeñas y se orientan perpendiculares al hueso al cual penetran, a través de su corteza anastomosándose con los vasos provenientes de las arterias medulares que recorren el interior del hueso para formar junto a éstas, un tercio de la irrigación de la corteza, FIGS. 4, 5 y 6. En las observaciones realizadas con el microscopio estereoscópico sobre especímenes con acetato de vinil, la irrigación periosteal en la parte medial y distal del hueso es

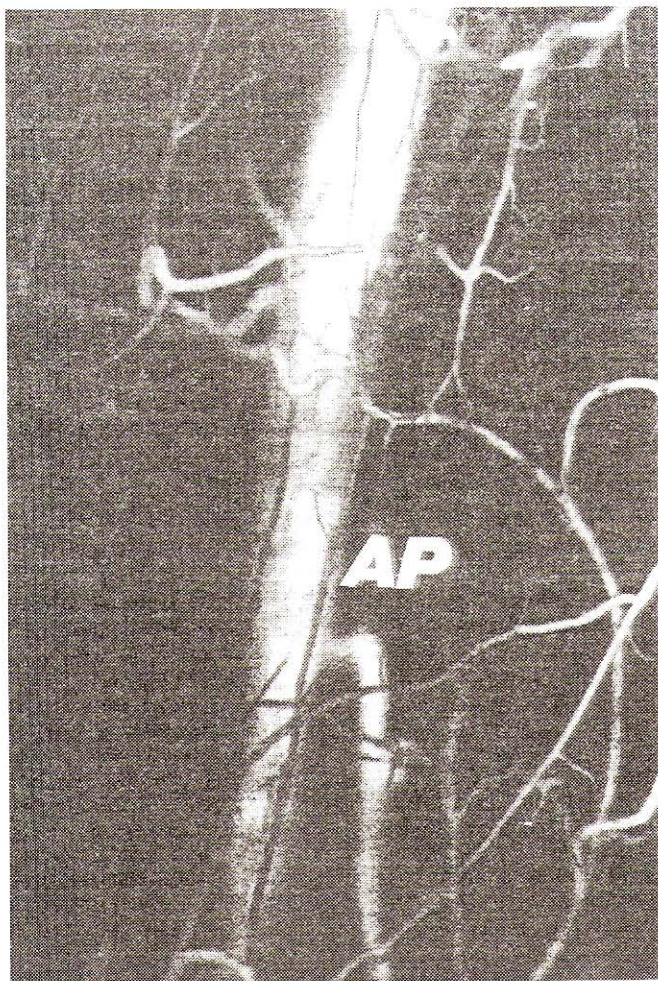


FIGURA 5. MICROGRAFÍA 16 X. IRRIGACIÓN PERIFÉRICA PERIOSTAL DEL TERCIO DISTAL DEL RADIO. AP: ARTERIAS PERIOSTALES.

muy poca y pobre debido a la escasez de tejido blando en esta zona del hueso, FIG. 3.

Irrigación intraósea

En las ocho (8) muestras observadas con el microscopio estereoscópico, la arteria nutricia proveniente de la interósea caudal penetró al radio en el tercio proximal y dentro del canal medular se divide, en una rama ascendente que se distribuye en la extremidad proximal del hueso y otra descendente hacia el tercio distal, FIG. 7. Estas ramas se distribuyen radialmente hacia la corteza, para anastomosarse con los vasos provenientes de las arterias periosteales para completar la irrigación cortical.

Las arterias medulares ascendentes y descendentes se dividen a lo largo de la médula y llegan a las áreas de la superficie endosteal para proveer de suministro sanguíneo a toda la diáfisis, FIG. 8.

Debido a la escasa irrigación presentada en esta zona en perros con pesos menores a 5 kg, sólo se aprecian muy pocas ramas distribuyéndose en la parte distal de la diáfisis del radio, Fig. 9. Contrariamente, se observó en dos perros de 16

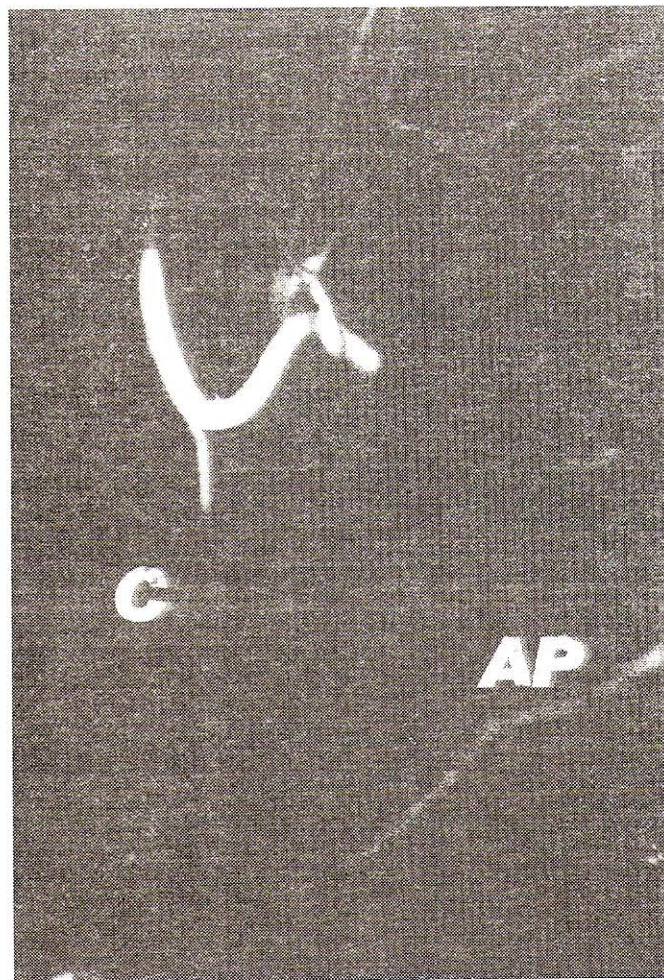


FIGURA 6. MICROGRAFÍA 16 X. IRRIGACIÓN PERIFÉRICA PERIOSTAL MOSTRANDO VASOS EN LA CORTEZA DEL HUESO. C: CORTEZA ÓSEA. ARTERIAS PERIOSTALES.

y 18 kg respectivamente, que las arterias medulares descendentes se distribuyen abundantemente formando una densa red vascular en el tercio distal del radio, FIG. 10.

En cada extremo de la médula las ramas provenientes del suplemento arterial medular se anastomosan con las arterias metafisarias proximales y distales para completar el suministro arterial metafisario o arcada metafisaria, característico de los huesos largos maduros, FIG. 9.

El componente menor de la irrigación intraósea está dado por las arterias que atraviesan la corteza del hueso, las cuales suministran a la superficie cortical externa aproximadamente, un tercio de su irrigación.

DISCUSIÓN

Los resultados referentes a la irrigación extraósea coinciden con las descripciones hechas anteriormente por Miller [7] y Mikic [8] quienes describen a la arteria braquial y sus ramas, como la fuente principal de la irrigación del antebrazo. No obs-



FIGURA 7. MICROGRAFÍA 8 X. ORIGEN Y TRAYECTO DE LAS ARTERIAS EXTRAÓSEAS DEL RADIO. AN: ARTERIA NUTRICIA. MA: ARTERIA MEDULAR ASCENDENTE. MD: ARTERIA MEDULAR DESCENDENTE.

tante, existe desacuerdo con Ghoshal [3] en cuanto al origen y distribución de la arteria colateral cubital. En observaciones realizadas en este trabajo (n= 8), esta arteria toma origen de un tronco común y emite una rama proximal y otra distal; la primera irriga la parte distal y caudal del codo y, la segunda se distribuye en la parte proximal de los músculos flexores del antebrazo. Sin embargo, en un espécimen (n=1) se observó como variación, que las ramas de la arteria colateral cubital tienen origen independiente de la braquial. En todos los especímenes estudiados en este experimento (n=8), la arteria cubital transversa tiene origen distal a la articulación del codo. En el caso de las arterias periostales, en su mayoría, se originan de la arteria interósea caudal y de los vasos ubicados en los tejidos blandos que rodean al hueso, como lo confirman Rhinelander, Trueta y col. y Szentimrey [12, 16, 17].

El presente estudio confirma las descripciones hechas previamente sobre la anatomía vascular intraósea del perro, por Rhinelander, Trueta y col. y Welch [12, 17, 19], quienes reportan, como fuente principal de la irrigación intraósea a la ar-

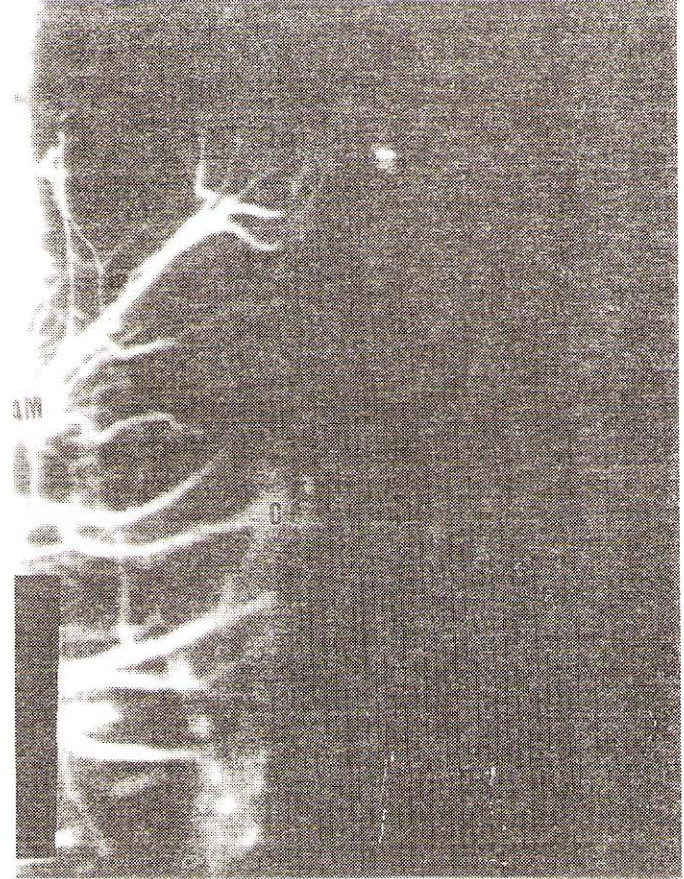


FIGURA 8. MICROGRAFÍA 6.5 X. IRRIGACIÓN INTRAÓSEA DEL TERCIO MEDIO DEL RADIO. AM: ARTERIA MEDULAR. CO: CORTEZA ÓSEA.

teria nutricia, la cual penetra al radio por un pequeño agujero ubicado a nivel del tercio medio de la superficie medial del hueso; sin embargo, Skawina [15] señala que pueden ocasionalmente presentarse de dos a tres agujeros nutricios.

Al comparar la irrigación intraósea del tercio distal del radio entre perros de talla grande y perros de talla pequeña, se observan diferencias evidentes. En los especímenes de talla grande (n=4) se apreció que las arterias medulares descendentes se originan de la arteria nutricia y forman una densa red vascular que se distribuye hacia la parte distal de la diáfisis; mientras que en los perros de talla pequeña (n=4), las arterias medulares descendentes aun cuando presentan el mismo origen y distribución de los perros grandes, tienen una densidad vascular escasa (tres a cuatro ramas principales) en el tercio distal del radio. Evidentemente, la presencia de una red vascular escasa a nivel distal del radio, probablemente predispone a que la reparación de las fracturas ubicadas distalmente en el radio, incrementen sus complicaciones por poseer menor desarrollo de la vascularidad y por lo tanto, menor aporte sanguíneo al sitio de la fractura. Estos hallazgos coinciden con los DeAngelis y col., Rudd y col. y, Welch y col. [12, 14, 19], quienes consideran que el flujo vascular en el tercio distal del radio es escaso, débil y que la irrigación puede estar



FIGURA 9. MICROGRAFÍA 6.5 X. IRRIGACIÓN INTRAÓSEA DEL TERCIO DISTAL DEL RADIO Y ARCADA METAFISARIA DE UN PERRO DE TALLA GRANDE.

asociada a la alta incidencia de unión retardada o ausencia de la misma presentada en las fracturas diafisarias distales, en perros de talla pequeña. Se coincide también con Welch [20] cuando explica que la diferencia de la densidad vascular no es un factor atribuible a la edad, ya que en el presente caso, ninguno de los especímenes estudiados (n=8) correspondían a animales inmaduros, desde el punto de vista óseo.

CONCLUSIONES

La arteria braquial y sus ramas es el principal vaso para la irrigación del antebrazo.

La red vascular ubicada entre los tejidos blandos que están alrededor del radio es la encargada de formar la irrigación periosteal del hueso, la cual es de gran importancia en la cicatrización de las fracturas cuando la circulación medular se altera.

La irrigación intraósea está dada por la arteria nutricia que proviene de la arteria interósea caudal, dentro del canal medular se divide en ramas medulares ascendentes y descendentes para distribuirse en toda la superficie endosteal.

Se confirma que en especímenes de radio de perros de talla pequeña, la densidad vascular es menor a la de los pe-



FIGURA 10. MICROGRAFÍA 8 X. IRRIGACIÓN INTRAÓSEA DEL TERCIO DISTAL DEL RADIO DE UN PERRO DE TALLA PEQUEÑA.

ros de talla grande lo que permite inferir que es un factor contribuyente a la alta incidencia de complicaciones en la cicatrización de fracturas en estos animales.

RECOMENDACIONES

Confirmar el patrón de irrigación normal y post-fracturas del resto de los huesos largos del perro, que tengan incidencia considerable de fracturas.

Evaluar el efecto del apoyo del miembro, después de la reducción de una fractura con el grado de revascularización

Correlacionar la revascularización post-fractura con el tipo de fractura, técnica de reducción y cercanía de la fractura al agujero nutricia.

Analizar la densidad vascular con técnicas histológicas cuantitativas para correlacionar estadísticamente su influencia sobre la reparación ósea.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] BRINKER, W. Fractures in: **Small Animal Orthopedics and Fractured Treatment** 2^{da} Ed. W.B. Saunders Company Philadelphia. 711pp.1990.
- [2] DE ANGELIS, M; OLDS, R; STOLL, S; PRATA, R; SINIBALDI, K. Repairs of Fractures. of Radius and Ulna in Small Dogs. **J.A.A.H.A.** 9: 436-541. 1973.
- [3] GHOSHAL, N. Corazón y Arteria de los Carnívoros. En: GETTY. **Anatomía de los Animales Domésticos**. Tomo II. 5^{ta} ed. Salvat. Barcelona, 1775 pp. 1982.
- [4] HOLDEN, C.E. The Role of the Blood Supply to Soft Tissue in the healing of Diaphyseal Fractures. **J. Bone and Joint Surg.** 54: 993-995. 1972.
- [5] KELLY, P. Anatomy Physiology and Pathology of the Blood Supply of. **J. Bone and Joint Surg.** 59: 840-866. 1968.
- [6] LISKA, W. Cerclajes para Reparar Fracturas de Huesos Largos. En: Slatter. **Cirugía de Pequeños Animales**. Tomo II. Salvat. Barcelona: 2089-2090. 1989.
- [7] MILLER, M; CHRISTENSEN, G; EVAN, H. The Heart and Arteries in: **Anatomy of the Dog**. W.B. Saunders Company. Philadelphia: 334-337. 1974.
- [8] MIKIC, Z. Blood Supply of Articular Disc of Antebrachio-carpal Joint in Dog. **J. Anat.** 181: 447-453. 1992.
- [9] MUIR, P. Distal Antebrachial Fractures in Toy-Breed Dog. **Comp. Cont. Educ. Pract. Vet.** 19 (2): 137-145. 1997.
- [10] NESS, G; ARMSTRONG, N. Isolated Fracture of the Radial Diaphysis in Dog. **J. Small Anim. Pract.** 36: 252-254. 1995.
- [11] PHILLIPS, I.R. A Survey of Bone Fractures in the Dog and Cat. **J. Small Anim. Pract.** 20: 664-670. 1979.
- [12] RHINELANDER, F. The Normal Microcirculation of Diaphyseal Cortex and its Response to Fracture. **J. Bone and Joint Surg.** 54: 784-800. 1968.
- [13] RIVERA, L; ABDELBAKI, T; TITKEMEYER, C.; HULSE, D. Techniques For Demonstrating Circulation to the Canine Hip Joint **J. Vet. Orthop.** 2: 20- 33. 1979.
- [14] RUDD, R; WHITERHAIR, J. Fractures of Radius and Ulna. **Vet. Clinic North Am.** 22: 135-147. 1992.
- [15] SKAWINA, A; LITWIN, J; GROCYCA, J; MIODONSKI, A. The Vascular System of Human Fetal Long Bones a Scanning Electron Microscopy Study of Corrosion Cast. **J. Anat.** 185: 369-376. 1994.
- [16] SZENTIMREY, D; FOWELER, D. The Anatomic Basis of a Free Vascularized Bone Graft Based on the Canine Distal Ulna. **Vet. Surg.** 23: 529-533. 1994.
- [17] TRUETA, J; CALADIA, A. A Study of Blood Supply of the Long Bones. **Surg Gyn. Obst.** 118: 484-492. 1964.
- [18] WATERS, D; BREUR, L; TOOMBS, J. Treatment of Common Forelimb Fractures in Miniature and Toy Breed Dogs. **J.A.A.H.** 29(5): 335-340. 1993.
- [19] WELCH, J.A.; BOUDRIEU, R.J.; DEJARDIN, L; SPODINCK, G.L. Vascular of the Radius in Small Versus Large Breed Dogs. **Vet. Surg.** 24: 452. 1996.
- [20] WELCH, J.A; BOUDRIEU, R.J; DEJARDIN, L; SPODINCK, G.L. The Intraosseous Blood Supply of the Canine Radius: Implications for Healing of Distal Fractures in Small Dog. **Vet. Surg.** 26: 57-61. 1997.