

13  
204

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



MECANISMO DE LA NEUMATIZACION DEL  
HUESO HUMERO EN LA GALLINA  
DOMESTICA

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

P R E S E N T A :

MARIA EUGENIA ARANDA MERLO

ASESOR: M.V.Z PH.D. LEOPOLDO PAASCH MARTINEZ



MEXICO, D. F.

1990

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## I N D I C E

	PAGINA
RESUMEN.....	1
INTRODUCCION.....	2
OBJETIVO.....	4
MATERIAL Y METODOS.....	5
RESULTADOS.....	7
DISCUSION.....	9
LITERATURA CITADA.....	11
ANEXO.....	13

## R E S U M E N

MARIA EUGENIA ARANDA MERLO. Mecanismo de la neumatización del hueso húmero en la gallina doméstica. (Bajo la dirección de M.V.Z. Ph.D. Leopoldo Paasch Martínez).

Se realizó un estudio sobre el mecanismo de la neumatización del hueso húmero en la gallina doméstica; para ello, se utilizaron pollos de engorda de la estirpe Hubbard desde un día de edad hasta los cincuenta días de edad; de éstos se obtuvieron los húmeros, mismos que fueron sometidos a fijación, descalcificación, corte histológico y tinción para poder determinar histologicamente como se da dicho mecanismo. Se encontró que la neumatización comenzó a manifestarse a los once días de edad a través de la substitución de la médula ósea por tejido mesenquimatoso. Entre los once y veinte días de edad se logró apreciar una canalización del tejido mesenquimatoso evento conocido con el nombre de formación de la hendidura neumática. A partir de los cuarenta días de edad se observó una expansión de dicha hendidura hacia el poro neumático sitio por donde penetra la extensión del saco aéreo interclavicular. La penetración es completa a los cuarenta y tres días de edad teniendo así el hueso una cavidad neumática bien definida. Se discute que la receptividad del hueso húmero a la neumatización puede estar relacionada a los niveles estrogénicos.

## I N T R O D U C C I O N

El esqueleto de las aves difiere en varios aspectos del esqueleto de los mamíferos. En la gallina doméstica existen solamente centros de osificación primarios en los huesos largos ya que las epifisis son cartilaginosas y en el único caso donde existe un centro de osificación secundario es en la epifisis de la tibia distal (6,8).

Al momento de la eclosión las aves gallináceas poseen un esqueleto inmaduro. Existen unos grandes conos que representan remanentes del modelo cartilaginoso y se encuentran en las metafisis de los huesos largos hasta edades que varían entre siete y catorce días; de tal manera que no se reconoce ninguna zona de osificación en la banda de crecimiento hasta después de la edad señalada (9).

Otra característica específica de los huesos aviares, es la producida por las hormonas estrogénicas, que influyen en el desarrollo de hueso medular especializado en la cavidad medular de muchos de éstos antes de que la hembra inicie la postura (14,15). Sin embargo, la característica más notable que hace diferir al esqueleto de las aves del de los mamíferos es la neumatización de muchos de sus huesos.

A pesar de la importancia de la neumatización en la diseminación de enfermedades del sistema respiratorio al esqueleto en la gallina doméstica, se han realizado pocos estudios referentes a los detalles anatómicos de este proceso.

Hasta donde se tiene conocimiento el primer informe referente a la neumatización de los huesos aviares fue realizado en 1875 (3). Posteriormente en 1940 existe una descripción sobre el proceso de neumatización en el cráneo en la cual surgen las principales inquietudes referentes a este proceso. En este trabajo los investigadores sugieren que existe durante el crecimiento un período de receptividad de los huesos largos para ser invadidos por los sacos aéreos (1).

Se han hecho investigaciones detalladas referentes a la distribución de la neumatización del esqueleto de la gallina doméstica (4). En el cráneo, los huesos frontal, parietal, occipitales, esfenoides y pterigoides están totalmente neumatizados. Las vértebras cervicales, de la cinco a la nueve, están constantemente neumatizadas, así mismo, las vértebras torácicas, cuatro y cinco (10).

El húmero es un hueso constantemente neumatizado, sin embargo, existe en ocasiones neumatización unilateral (7).

## **O B J E T I V O**

El objetivo del presente trabajo fue el de estudiar el mecanismo mediante el cual se realiza la penetración de sacos aéreos a la cavidad medular del húmero en la gallina doméstica.

## M A T E R I A L   Y   M E T O D O S

Se utilizaron pollos de engorda de la estirpe Hubbard los cuales se mantuvieron en una unidad de aislamiento durante cincuenta días. Fueron las mismas aves las indicadoras para la regulación de la temperatura y ventilación, conforme lo menciona el autor (13). Se les proporcionó alimento concentrado comercial de iniciación y finalización con coccidiostato en ambos casos, agua ad libitum y fueron vacunados contra Bronquitis Infecciosa, Cepa Massachusetts, por vía ocular al día de edad; a los siete días contra la enfermedad de Newcastle, Cepa La Sota, por vía ocular y emulsionada en el agua de bebida y a los veintiocho días una segunda aplicación por vía ocular contra la enfermedad de Newcastle, Cepa La Sota.

Se sacrificaron diariamente dos animales por inyección de pentobarbital sódico por vía intravenosa. El sacrificio de los animales se continuó hasta que quedó evidenciado morfológicamente el proceso de neumatización.

De cada ave se obtuvo el hueso húmero de ambas alas mediante disección completa incluyendo las epífisis con los cartilagos articulares. Se hizo una disección de los huesos para quitar todos los músculos y las inserciones tendinosas para proceder a fijarlos en formalina amortiguada al 10 %. Se identificó el húmero derecho e izquierdo de cada ave. Posteriormente a la fijación, durante cuarenta y ocho horas, se procedió a enjuagar los huesos con agua corriente

desmineralizada para tratarlos con una solución de partes iguales de ácido fórmico al 50 % y citrato de sodio al 20 %. Se utilizó un volumen de solución descalcificadora de aproximadamente diez veces el volumen óseo (11). La permanencia de los tejidos en la solución para descalcificar fué a efecto hasta lograr la consistencia adecuada para la microtomía.

Los húmeros fueron seccionados longitudinalmente e incluidos completos en bloques de parafina para obtener secciones histológicas de cinco micras de espesor que fueron teñidas mediante los métodos de Hematoxilina-Eosina, Tricrómica de Masson y Pentacrómica de Movat.

Se llevó un registro de descripción morfológica diaria del aspecto de la médula ósea humeral y se tomaron fotografías de los cambios relevantes en el proceso de neumatización.

## RESULTADOS

Al día de edad, la médula ósea del húmero se encuentra ocupada casi en su totalidad por una gran masa cónica de cartilago indiferenciado. Dicha masa está poco vascularizada y alrededor de los vasos existentes no se observa ninguna actividad de osificación endocondral en esta fase (Figura 1).

Al tercer día de edad, comienza en la zona diafisiaria una rápida proliferación de médula ósea hematopoyética junto con una moderada retracción del cartilago en dirección a la epífisis.

La zona limitrofe entre el cartilago y el tejido hematopoyético es abrupta y no presenta actividad de diferenciación condroblástica (Figuras 2 y 3).

Hacia los cinco días de edad, la zona metafisiaria del cartilago indiferenciado es invadida por numerosos capilares que corren en dirección paralela al eje longitudinal de la diáfisis, el cartilago que queda situado entre capilares paralelos incrementa su proliferación (Figura 4).

Tres días después, a los ocho días de edad, la zona distal del cartilago metafisiario proliferativo, forma columnas de cartilago hipertrófico que sufren erosión progresiva y sustitución por osteoide (Figura 5).

La formación de trabeculas óseas a partir de moldes cartilaginosos continúa siendo muy activa a los once días de edad (Figura 6), simultáneamente se comienza a presentar una

paulatina sustitución de médula ósea hematopoyética por tejido conectivo adiposo (Figura 7). Esta médula adiposa es penetrada por el avance de un botón de tejido mesenquimatoso indiferenciado que forma una hendidura neumática inicial que tiene una disposición longitudinal y avanza hacia la epífisis (Figura 8).

A los veinticinco días de edad, una masa de tejido mesenquimatoso indiferenciado erosiona el hueso cortical en la zona medial de la diáfisis bajo la línea epifisiaria proximal (Figura 9). Este tejido mesenquimatoso indiferenciado avanza en dirección a la hendidura neumática medular guiado por capilares hasta que la continuidad se establece aproximadamente a los cuarenta días de edad.

A partir de los cuarenta y tres días de edad penetra por el sitio de erosión una membrana de epitelio cuboidal simple y plano que descansa sobre una franja delgada de tejido conectivo. Esta membrana envuelve todas las trabéculas óseas con las que entra en contacto, dejando entre sus hojas un gran espacio neumático que ocupa casi toda la diáfisis (Figuras 10 y 11).

## D I S C U S I O N

En concordancia con lo que se informa en la literatura especializada (12), se comprobó en el presente estudio que al momento del nacimiento los huesos largos poseen dos grandes conos cartilagosos, los cuales posteriormente en su parte distal exhiben la diferenciación condroblástica que hace posible la osificación endocondral.

De acuerdo a las observaciones, el crecimiento longitudinal del húmero debido a osificación endocondral se lleva a cabo a partir del quinto día de edad.

En cuanto al proceso mismo de neumatización se desprenden algunos datos que concuerdan con las observaciones de otros autores. En primer lugar debe resaltarse que a partir del onceavo día de edad, la médula ósea hematopoyética sufre un proceso involutivo que culmina con la sustitución de ese tejido por tejido conectivo adiposo. Posteriormente esta médula adiposa es removida por tejido mesenquimatoso indiferenciado activo que es el responsable de la formación de una primera hendidura neumática que no está revestida por epitelio cuboidal. Esta hendidura neumática es descrita también por Bremer (2) quien la interpreta como una expansión de tejido mesenquimatoso que desplaza a la médula hematopoyética y que posteriormente se llena de cavitaciones quísticas que eventualmente serán invadidas por extensiones del saco aéreo.

La zona de erosión del hueso cortical efectuada por la actividad de una masa vascularizada de tejido mesenquimatoso indiferenciado que se observó en las aves alrededor de los veinticinco días de edad, se interpreta como lo que ha sido descrito como la formación del poro neumático en la cara medial de la diáfisis y bajo la línea epifisiaria (2); en el estudio, este poro neumático tuvo diversas variaciones en cuanto a su localización debido a que los huesos se encontraban en su fase activa de crecimiento. La constitución histológica de la membrana que penetra y forra la cavidad neumática que en el estudio ocurrió alrededor de los cuarenta y tres días de edad es coincidente con la estructura histológica de un saco aéreo, es decir, una lámina de tejido conectivo que sirve de soporte a un epitelio cuboidal simple y plano.

Es pues indudable que el revestimiento de la cavidad neumática de los huesos de las aves constituyen extensiones de los sacos aéreos.

Se ha sugerido que las hormonas sexuales femeninas que se encuentran en la yema pudiesen ser responsables de la receptividad ósea a la neumatización (4,5). Esta idea pudiese ser apoyada por las observaciones realizadas durante el presente estudio ya que el proceso de neumatización implica remoción de hueso trabecular y expansión de tejido conectivo cístico, efectos que se han encontrado en animales tratados experimentalmente con estrógenos (2).

## L I T E R A T U R A   C I T A D A

1. Bremer, J.L.: The pneumatization of the head of the common fowl. J. Morphol. 67: 143-167 (1940).
2. Bremer, J.L.: The pneumatization of the humerus in the common fowl and the associated activity of the theelin. Anat. Rec. 77: 197-211 (1940).
3. Campana, A.: Anatomie de l'Appareil Pneumatiquepulmonaire chez le Poulet. Masson, Paris, Francia, 1875.
4. Gardner, W.U., and Pfeiffer, C.: Skeleton changes in mice receiving estrogens. Prox. Soc. Exp. Biol. and Med. 37: 678-679 (1938).
5. Gardner, W.U., and Pfeiffer, C.: Inhibition of estrogenic effects on the skeleton by testosterone injections. Prox. Soc. Exp. Biol. and Med. 38: 599-602 (1938).
6. Hogg, D.A.: A reinvestigation of the centers of ossification in the avian skeleton at and after hatching. J. Anat. 130: 725-743 (1980).
7. Hogg, D.A.: The distribution of pneumatization in the skeleton of the adult domestic fowl. J. Anat. 138: 617-629 (1984).
8. Howlett, C.R.: The fine structure of the proximal growth plate of the avian tibia. J. Anat. 128: 377-399 (1979).
9. Howlett, C.R.: The fine structure of the proximal growth plate and metaphysis of the avian tibia: endochondral osteogenesis. J. Anat. 130: 745-768 (1980).

10. King, A.S. and Kelly, D.F.: The aerated bones of Gallus domesticus. Brit. Vet. J. 112: 279-283 (1956).
11. Luna, L.G.: Manual of histologic staining methods of the Armed Forces Institute of Pathology. McGraw Hill, New York, 1968.
12. Marshal, A.J.: Biology and Comparative Physiology of Birds. Vol. I. Academic Press, London, G.B., 1956.
13. North, M.O.: Manual de Producción Avícola. El Manual Moderno, México, D.F., (1986).
14. Riddel, C., Hemboldt, C.F., Singesen, E.P. and Matterson, D.L.: Bone pathology of birds affected with cage layer fatigue. Avian Dis. 12: 285-297 (1968).
15. Riddel, C., Hemboldt, C.F. and Singesen E.P.: A histologic study of medullary bone of laying hens under different diet and housing conditions. Avian Dis. 13: 163-170 (1969).

**A N E X O**



FIGURA 1: Corte histológico de húmero de ave de un día de edad. La médula ósea está ocupada en su totalidad por tejido cartilaginosa indiferenciado. Hematoxilina-Eosina (50 veces aumentado).

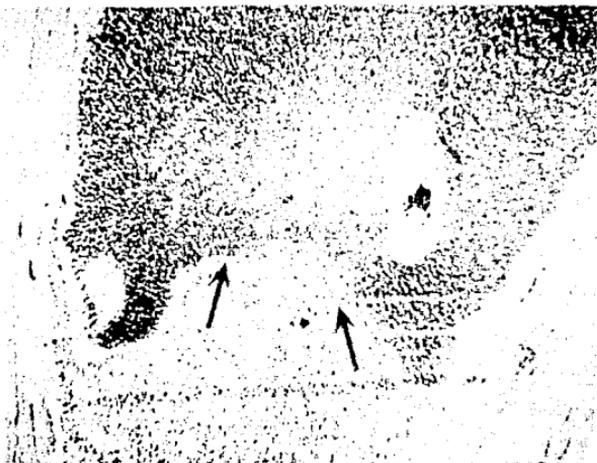


FIGURA 2: Corte histológico de húmero de ave de tres días de edad. Se nota en la zona central diafisiaria la proliferación de tejido hematopoyético (flechas). Hematoxilina-Eosina (50 veces aumentado).

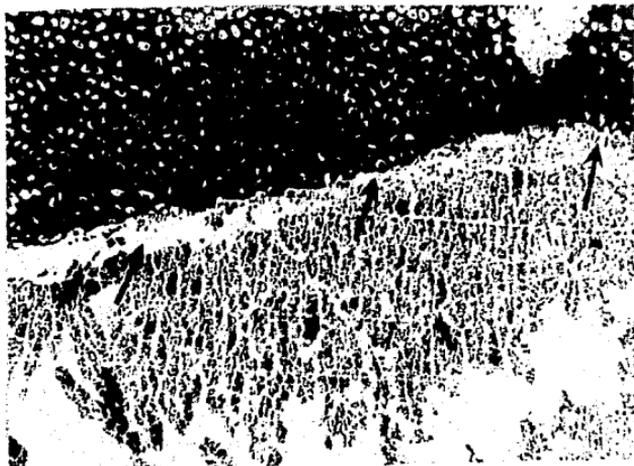


FIGURA 3: Corte histológico de húmero de ave de tres días de edad. Notese que en el borde de unión entre el cartilago y el tejido hematopoyético no existe actividad condroblástica de diferenciación (flechas).  
Hematoxilina-Eosina (126 veces aumentado).



FIGURA 4: Corte histológico de húmero de ave de cinco días de edad. Las flechas indican la penetración de numerosos capilares paralelos dentro del cartilago metafisiario que está proliferando. Hematoxilina-Eosina (126 veces aumentado).



FIGURA 5: Corte histológico de húmero de ave de ocho días de edad. Se aprecian columnas de cartilago hipertrófico alrededor de las cuales se comienza a depositar osteoide (flechas). Hematoxilina-Eosina (126 veces aumentado).

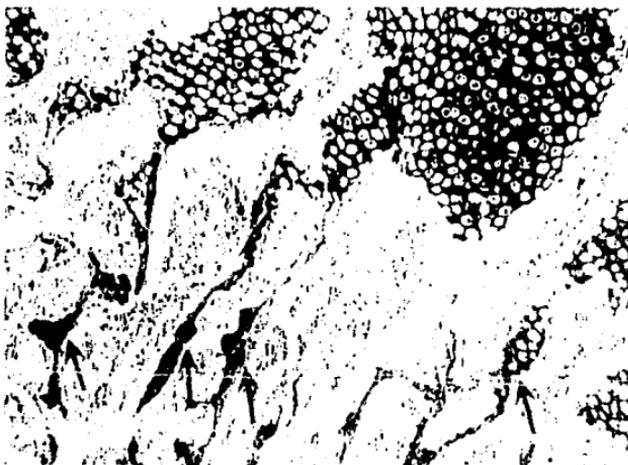


FIGURA 6: Corte histológico de húmero de ave de once días de edad. Las columnas de cartilago son substituidas paulatinamente por trabéculas óseas (flechas). Los espacios intertrabeculares están ocupados por médula ósea hematopoyética.  
Hematoxilina-Eosina (126 veces aumentado).

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA



FIGURA 7: Corte histológico de húmero de ave de once días de edad. Obsérvese como la médula ósea hematopoyética a sido desplazada por tejido conjuntivo mesenquimatoso y adiposo (flechas). Hematoxilina-Eosina (126 veces aumentado).

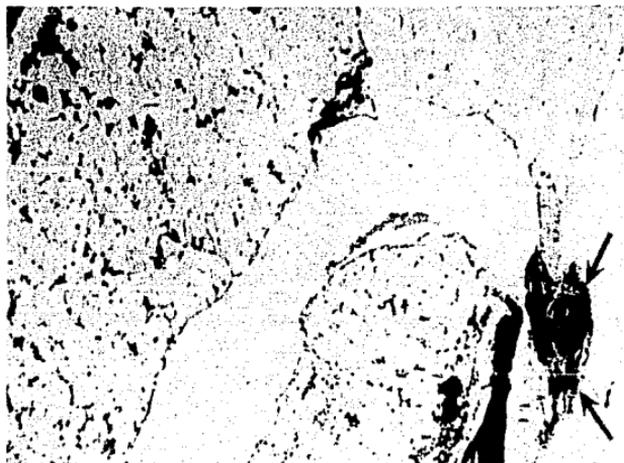


FIGURA 8: Corte histológico de húmero de ave de once días de edad. Las flechas indican el botón de tejido mesenquimatoso que ha producido una hendidura en la médula adiposa.  
Hematoxilina-Eosina (126 veces aumentado).

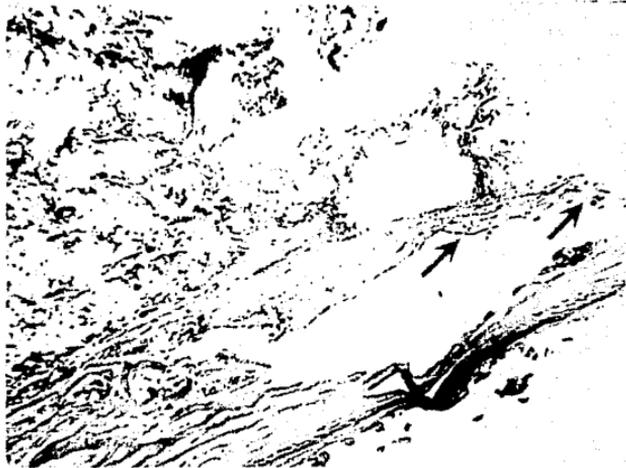


FIGURA 9: Corte histológico de húmero de ave de veinticinco días de edad. Las flechas indican el tejido mesenquimatoso que produjo erosión del hueso cortical y se dirige a la hendidura neumática. Hematoxilina-Eosina (50 veces aumentado).



FIGURA 10: Corte histológico de húmero de ave de cuarenta y tres días de edad. La hendidura neumática ha sido penetrada por el saco aéreo (flechas). Entre las hojas del saco aéreo queda un espacio neumático (arterisco).  
Hematoxilina-Eosina (126 veces aumentado).



FIGURA 11: Corte histológico de húmero de ave de cuarenta y tres días de edad. Detalle del saco aéreo y espacio neumático (flechas). En el borde inferior izquierdo se observa hueso cortical. Hematoxilina-Eosina (50 veces aumentado).