



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN**

**ESTUDIO HISTOLOGICO COMPARATIVO DE LAS FIBRAS
ELASTICAS DE DIVERSOS VASOS SANGUINEOS DEL
CANIDEO DOMESTICO (*Canis familiaris*)**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

PRESENTA

HUGO CESAR LOPEZ FARIAS

ASESOR DE TESIS: M.C. JUAN OCAMPO LOPEZ
CO-ASESOR: M.C. CRISOFORO MERCADO MARQUEZ



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 esta 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.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVANZADA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

U. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES-CUAUTITLAN



DEPARTAMENTO DE

ATN: Q. María del Carmen García Mijares
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

"Estudio histológico comparativo de las fibras elásticas-
de diversos vasos sanguíneos del canideo doméstico (Canis
familiaris)".

que presenta el pasante: Hugo Cesar López Farías
con número de cuenta: 9309224-7 para obtener el título de :
Médico Veterinario Zootecnista

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 21 de Junio de 2005

PRESIDENTE	<u>Dr. Miguel Angel Cornejo Cortés</u>	
VOCAL	<u>M.C. Juan Ocampo López</u>	
SECRETARIO	<u>M.C. Juan Sebastián Barrientos Padilla</u>	
PRIMER SUPLENTE	<u>MVZ. Ma. Reyes Pichardo Molinero</u>	
SEGUNDO SUPLENTE	<u>MVZ. Melitón Lara Rocha</u>	

DEDICATORIA

Al Sr. Noé López Cano, por todo el apoyo recibido siempre, para que yo pueda llegar a ser alguien en la vida, por esforzarse siempre en darme lo mejor y por quererme tanto
¡GRACIAS PAPÁ!

A mi MAMÁ la Sra. Josefina Farías G., que siempre se preocupa y está al tanto de mí, además de que sin sus regaños y sin los jalones de orejas, no estaría en este momento terminando este trabajo. Gracias por enseñarme a ser responsable.

A mi hermana Nancy Julieta, que aunque nunca nos ponemos de acuerdo en nada, la quiero mucho.

A mi hermano Diego por los momentos que pasamos juntos ¡Y los que nos faltan! Te quiero mucho carnal.

A Robín que es un fiel guardián.

A Rocky, espero que te encuentres en el cielo de los perros.

A una persona muy especial en mi vida, que esta en los momentos difíciles conmigo, que trata de comprenderme y trata de ayudarme en todo. ¡TE AMO GABY!

A DIOS. Este trabajo es tuyo

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México por permitirme ser parte de los universitarios.

A la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, por darme la oportunidad de formarme profesionalmente y avivar en mi el espíritu de superación.

A mis sinodales:

Dr. Juan Ocampo López por permitirme trabajar a su lado, tenerme confianza para la realización de este trabajo y regalarme su amistad

Dr. Miguel Ángel Cornejo Cortés por toda su ayuda y por toda la dedicación para la terminación de este trabajo, por ser un buen amigo y por todos los consejos recibidos profesionalmente y personalmente

M. en C. Juan Sebastián Barrientos Padilla por sus consejos para la terminación de este trabajo.

MVZ Ma. Reyes Pichardo Molinero por su tiempo regalado para la revisión de este trabajo.

MVZ Melitón Lara Rocha por la revisión de este trabajo.

A la MVZ Olivia Adams Vázquez por confiar en mí y darme siempre buenos consejos, por su apoyo incondicional y por brindarme su amistad.

Al M. en C. Crisoforo Mercado Márquez, por el tiempo dedicado para la realización de este trabajo y por su enseñanza para que pueda superarme profesionalmente.

Al Dr. Carlos Ignacio Soto Zarate por su ayuda para la toma de muestras en la realización de este trabajo.

Al Dr. Carlos Gerardo García Tovar por alentarme a terminar este trabajo y por su amistad brindada.

Al M. en C. Rubén Misael Oliver González por su amistad brindada y por ser un buen amigo y compañero de trabajo ¡Viva la Banda!

Al MVZ José Alberto Chávez Enríquez por su paciencia para explicarme y para transmitirme sus conocimientos para así poder crecer profesionalmente.

Al MVZ Jorge Torres Martínez por ser un buen amigo, profesor y compañero de trabajo.

A la MVZ María del Rosario Martínez Calles por su amistad y por ser buena compañera de trabajo.

Al pMVZ Efraín García Cortés por ser buen amigo y compañero de trabajo.

Al Sr. Abel y a la Sra. Irma por toda la paciencia que me tienen en el laboratorio de Apoyo a Histología y por toda su ayuda que siempre me brindaron para la realización de este trabajo ¡GRACIAS!

A Mariana Cordero y a Noemí que son buenas compañeras de trabajo en el Laboratorio de Apoyo a Histología.

A todos los profesores de la FES-C que me fueron regalando un poco de su conocimiento durante mi estancia como alumno en esta H. Institución.

A mis compañeros de generación por su amistad y por el apoyo para lograr llegar al final de esta meta: Norma, Omar, Daniel (chivo), Armando (fish), Antonio (panque), Luis (batman), Cesar (click), José (Pepino), Violeta (Güera), Carlos (Carita), Javier (Mayito), Noé, Meredith, Guillermo (Memo), Guillermo (Ricky Martín), Francisco (Chupes), Cesar Garzón, Gerardo (pollino), Rosaura, Marcelino (chimino), Miguel (flipy), Ernesto (neto).

A mis abuelitos, tíos, primos y sobrinos, que no los menciono porque llenaría otras 10 páginas y tal vez olvide de alguno de ellos, y creo que no es justo.

A mis amigos del CCH Naucalpan: Ricardo, Miguel Ángel, Margarita y Mary

A mi amigo Carlos Cristóbal Serrano.

A mis amigos del Conjunto Folklórico Magisterial, que siempre me han dado su apoyo: Prof. Víctor Mendoza, Prof. Sergio Puón (mtro. Pato), Gilberto, José (capulina), Teresa, Alfredo (Cavazorro), José Monsivais y su esposa Tere, Juventino, Leonor, Aidé, Martha, Xiao, Lu-yang, Enrique (ojitos), Carlos (patachin), Rodolfo, Miriam y Héctor.

A la maestra Lidia que fue quien me enseñó a leer y a escribir.

Al Prof. Raúl Martínez Solís y al Prof. Ricardo Garfias por enseñarme un poco de que es la disciplina.

Al Sr. Rubén Hernández Becerra por sus buenos consejos

A Sara, Juan Luis, David y a Elizabeth América, por las atenciones que han tenido conmigo.

A Muñeca, Peluches, Kelly, Chowis, Gùera, Amigo, Mimosa, Petuca, Petaca, Blacky, Walsh, Nushka, Mugrosita, Ari Jr., Laika. Les agradezco de todo corazón y nunca voy a olvidar su ultimo suspiro, gracias por dar su vida para realizar este trabajo. Tengo fé que se encuentran en el cielo.

A todas aquellas criaturas que sin saberlo prestaron su cuerpo o dieron su vida para experimentar y practicar durante mi formación profesional

¡Muchas Gracias!

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
JUSTIFICACIÓN	20
OBJETIVOS	21
MATERIAL Y MÉTODOS	22
RESULTADOS	27
FIGURAS	60
DISCUSIÓN	74
CONCLUSIONES	79
ANEXO	82
BIBLIOGRAFÍA	84

RESUMEN

En el presente trabajo se realizó un estudio de la presencia y características morfológicas de las fibras elásticas, que forman parte de la estructura normal de vasos sanguíneos de canideos.

La metodología realizada fue la siguiente: se utilizó una población de canideos de raza indefinida compuesta por 15 individuos de las siguientes edades: 3 de un mes de edad, 3 de seis meses de edad, 3 de un año de edad, 3 de dos a tres años de edad y 3 de cinco o más años de edad. En todos estos animales se tomaron muestras de los siguientes vasos sanguíneos: arteria aorta, arteria carótida común, arteria braquial, vena cava caudal, vena yugular externa y vena braquial; de cada vaso sanguíneo se tomaron muestras histológicas a tres niveles arbitrarios (proximal, medio y distal) y de cada nivel se realizaron 6 cortes histológicos (18 cortes histológicos por cada vaso sanguíneo, 108 cortes por individuo). Los cortes histológicos se procesaron utilizando el método de inclusión en parafina, y se tiñeron con las coloraciones de Hematoxilina-Eosina (H.E.) y Verhoeff contrastada con Van Gieson.

Los resultados obtenidos fueron los siguientes: la presencia de fibras elásticas siempre fue mayor en las arterias en comparación con las venas. La presencia de fibras elásticas en los vasos sanguíneos del mismo tipo siempre fue similar, sin importar la edad del individuo (con excepción de la vena cava caudal, en la que al aumentar la edad del individuo, la túnica media presentó fibras elásticas más gruesas). El grosor de las fibras elásticas se incrementó al aumentar la edad del individuo.

NOTA: Los términos anatómicos e histológicos empleados en este trabajo, son los indicados por la Nomenclatura Anatómica y por la Nomenclatura Histológica Veterinaria, publicada por la Asociación Mundial de Anatomistas Veterinarios (WAVA) en 1994 (ver Bibliografía).

INTRODUCCIÓN.

Generalidades del Tejido Conectivo.

El tejido conectivo forma parte de los cuatro tejidos fundamentales que constituyen a un individuo. El tejido conectivo se forma durante la etapa embrionaria, se deriva del mesénquima o mesodermo embrionario. Estructuralmente se diferencia de los demás tipos de tejidos (epitelial, muscular y nervioso), por tener una diversidad de tipos celulares y un abundante material intercelular (matriz extracelular), el cual está formado por una sustancia fundamental (amorfa) y una sustancia fibrilar más comúnmente llamada “fibras” (Banks, 1996; Lesson y col., 1998; Geneser, 2000; Flores y Aranzábal, 2002).

El tejido conectivo participa en la estructura de casi todos los órganos, une y sostiene a los otros tejidos del organismo (Dellmann, 1993). Las funciones principales son además de conectar o unir entre sí a otros tejidos proporcionar un armazón de soporte al organismo, mediante los cartílagos y huesos; participar en el aislamiento térmico, en el metabolismo del agua, en los mecanismos de inmunidad (defensa) y en forma indirecta participa en el amortiguamiento, también participa en el moldeado del cuerpo, nutrición del organismo, y formando una reserva energética. (Dellmann, 1993; Guyton y Hall, 2001).

En el estudio de la estructura del tejido conectivo es importante considerar 3 elementos: la **población celular**, la **sustancia fundamental** y las **fibras extracelulares**; estos elementos se encuentran inmersos en un líquido tisular (Dellmann, 1993; Geneser, 2000).

La población celular que se encuentra en el tejido conectivo es muy diversa, algunas células se encargan de la producción y de la conservación de las sustancias intercelulares tanto amorfas como fibrosas y otras contribuyen en funciones como los mecanismos de defensa del cuerpo, o el almacenamiento de nutrientes. Los **fibroblastocitos** elaboran las sustancias intercelulares amorfas y fibrosas y son encargados de su conservación. Las células **mesenquimatosas** o indiferenciadas, son consideradas como células progenitoras, ya que constituyen una fuente de nuevas células del tejido conectivo. Los **adipocitos**

(células almacenadoras de lípidos) pueden ser uniloculares (del tejido adiposo blanco) cuya función es mantener una reserva de energía del cuerpo, o pueden ser multiloculares (del tejido adiposo pardo), presentes en el recién nacido y en los animales que hibernan, donde ayudan a mantener la temperatura corporal gracias a su eficiente metabolismo de lípidos. Los **mastocitos** (células cebadas o basófilos tisulares) contienen gránulos basófilos con sustancias como heparina e histamina, las cuales al ser liberadas actúan como una señal de emergencia que recluta células de defensa. También se presentan células de defensa como los **macrofagocitos, linfocitos, neutrófilos, basófilos y eosinófilos** que provienen del torrente vascular y que se encuentran distribuidos en forma irregular y poco frecuente en el tejido conectivo (WAVA, 1994; Lesson y col., 1998).

También existen células con características funcionales diferentes y muy específicas, las cuales habitan en los tejidos conectivos especiales, como son los **osteocitos, condrocitos y sinovicitos**, que son los encargados de la formación de cartílago, hueso y líquido sinovial respectivamente (Cormack, 1985).

La sustancia fundamental también llamada “amorfa”, ocupa los espacios entre las células y las fibras del tejido conectivo y funciona principalmente como medio para la difusión del líquido tisular que contiene sustancias nutritivas y productos de desecho, permitiendo intercambio entre los capilares y las células. Esta sustancia amorfa es una mezcla acuosa de electrolitos, proteínas, glicosaminoglicanos (polisacáridos ricos en grupos amino y sulfato), lípidos y proteoglicanos, que son asociaciones de proteínas y glicosaminoglicanos (Dellmann, 1993; Fawcett, 1995; Banks, 1996, Lesson y col., 1998).

En la sustancia fibrosa generalmente se describen tres tipos de fibras: **colágenas, reticulares y elásticas**, que se distinguen por su aspecto y sus características bioquímicas. Todas están formadas por proteínas y son relativamente insolubles en los solventes neutros (Lesson y col., 1998).

Las principales características de las fibras conectivas son las siguientes:

Fibras colágenas. Se encuentran en todos los tipos de tejido conectivo y están formados por la proteína llamada “colágena” o “colágeno”, la cual recibió este nombre porque al ser hervida forma una sustancia pegajosa denominada “cola”. La unidad molecular de esta proteína es la tropocolágena, la cual mide 280 nm de longitud y 1.5 nm de diámetro. Cada unidad de tropocolágena esta formada por tres cadenas polipeptídicas helicoidales (dos cadenas α -1 y una cadena α -2) unidas entre sí por puentes de hidrógeno. La colágena es rica en glicina, prolina, hidroxiprolina e hidroxilisina. (Uría y Mora, 1996; Lesson y col., 1998; Geneser, 2000).

Las fibras colágenas son muy resistentes a las fuerzas de tracción, vistas macroscópicamente “en conjunto”, son de un color blanco brillante, como las que encontramos en tendones, aponeurosis y cápsulas de órganos parenquimatosos. En estado fresco son blandas y relativamente flexibles (Lesson y col., 1998; Geneser 2000).

Al observarse microscópicamente, presentan un diámetro de 1 a 20 μ m con una longitud variable. En cortes de tejido las fibras colágenas son acidófilas y se tiñen de rosa con la eosina, de rojo con la picrofucsina de Van Gieson, de azul o púrpura con el azul de anilina de la tinción de Mallory para tejido conectivo, y de verde o azul con la tinción tricrómica de Masson. Las fibras pueden ramificarse y recombinarse debido al intercambio de fibrillas entre una y otra. (Uría y Mora, 1996, Lesson y col., 1998; Geneser, 2000).

Las fibras de colágena son flexibles pero resistentes: soportan fuerzas de tensión y tracción de modo semejante al acero. Por lo tanto contribuyen al soporte de otros elementos y tejidos que la contienen. Unidas al sistema esquelético (tendones, ligamentos, aponeurosis) permiten sus movimientos, además le ayudan a soportar y resistir pesos elevados y grandes fuerzas (Uría y Mora, 1996).

Aunque se describen al menos doce diferentes tipos de colágena, son de interés los cuatro primeros: la colágena tipo I es la que forma las típicas fibras colágenas gruesas con periodicidad detectable en el microscopio electrónico. Estas fibras son las más abundantes en el tejido conectivo. La colágena tipo II forma fibras más pequeñas y es característica del

tejido cartilaginoso, hialino y elástico. La colágena tipo III constituye las llamadas fibras reticulares (ver más adelante). La colágena tipo IV se localiza en las membranas basales (Fawcett, 1995; Lesson y col., 1998; Geneser, 2000; Ortiz y Rodríguez, 2004).

Fibras reticulares. Son fibras muy delgadas. Aunque por tradición se clasifican como un tercer grupo de fibras conectivas, hoy en día se sabe están constituidas principalmente por colágena tipo III. Las fibras reticulares también son conocidas como fibras “argénticas”, ya que con las impregnaciones de plata se pueden observar más claramente (Lesson y col., 1998; Geneser, 2000).

Las fibras reticulares forman en diversos tejidos “redes” o mallas para formar un armazón reticular de sostén. En el tejido conectivo embrionario son muy abundantes. En la etapa post-natal, las fibras reticulares constituyen el soporte fibroso de los órganos hematopoyéticos (bazo, nodos linfáticos, médula ósea roja) forman el estroma del hígado y otros órganos epiteliales (riñón, glándulas endocrinas). En los tejidos adultos, se presentan como redes finas alrededor de miocitos, células nerviosas, adipocitos, vasos sanguíneos pequeños, en las divisiones más pequeñas del pulmón, y de manera particular, en los límites entre el tejido conectivo y los demás tipos de tejido, como es el caso de la “membrana basal” de los epitelios (Uría y Mora, 1996; Lesson y col., 1998; Geneser, 2000; Junqueira y Carneiro, 2000).

Las fibras reticulares son difíciles de visualizar en los cortes de tejidos teñidos con H. E., pero se pueden teñir con métodos de impregnaciones argénticas, en las que se hacen visibles como líneas delgadas oscuras. Con la técnica de ácido peryódico de Schiff (coloración de PAS) se tiñen de un color rojo más oscuro que el de las fibras colágenas. (Lesson y col., 1998; Geneser, 2000; Junqueira y Carneiro, 2000).

Debido al interés que presentan las fibras elásticas para el desarrollo del presente trabajo, la descripción de estos elementos será más detallada en la siguiente sección.

Fibras Elásticas

Las fibras elásticas reciben este nombre porque su estructura les permite estirarse como una “liga” de hule y recobrar su forma sin sufrir alteración alguna. Las fibras elásticas están presentes en los órganos cuyas funciones normales requieren elasticidad además de la resistencia a la tracción, como en el oído externo, cuerdas vocales, tráquea, pulmones, ligamentos amarillos de la columna vertebral, ligamento nuchal, piel y arterias (Dellmann, 1993; Lesson y col., 1998; Geneser, 2000; Junqueira y Carneiro, 2000; Gartner y Hiatt, 2002). También se pueden encontrar fibras elásticas pequeñas en el endotelio de los capilares fenestrados y adventicia (Ichimura T. y Hashimoto H, 1982).

Origen. Las primeras fibras elásticas se forman en la etapa de desarrollo fetal y están compuestas solo por haces de microfibrillas compuestas principalmente por la glicoproteína fibrilina (antiguamente llamada oxitalán), pero más tarde aparece el componente amorfo (elastina amorfa) entre las fibras; cuando estas están totalmente desarrolladas la elastina representa el 90 % de la fibra, entonces se ven las microfibrillas incluidas en la elastina amorfa, a veces como una capa periférica alrededor de la fibra elástica, a veces con haces aislados incluidos en ella. Las fibras elásticas viejas carecen totalmente de microfibrillas periféricas (Kostovic-Knezevic, y col., 1981; Ross y col., 1992; Geneser, 2000, Gartner y Hiatt, 2002).

Composición. En los tejidos con características elásticas es importante distinguir entre “elastina” y “fibra elástica”, la **fibra elástica** es una estructura compleja que se encuentra constituida por elastina, microfibrillas de fibrilina, desmosina y proteoglicanos. La **proteína elastina** es el principal componente de la fibra elástica madura, lo cual le proporciona a la fibra elástica la característica funcional de estirarse sin sufrir deformación (Greenlee y col, 1966; Mecham y Heuser, 1991; Ayad y col., 1994, Mecham y Davies, 1994, Geneser, 2000, Gartner y Hiatt, 2002).

Morfología. En los preparados en fresco no coloreados de tejido conectivo, las fibras elásticas se distinguen como hebras muy delgadas, largas y ramificadas con un diámetro de 0.2–1.0 μm ; son muy refringentes y se anastomosan para formar una red, por lo que es relativamente fácil diferenciarlas de las fibras de colágena que son más gruesas y numerosas (Ross y col., 1992; Dellmann, 1993; Uría y Mora, 1996; Lesson y col., 1998; Geneser, 2000; Junqueira y Carneiro, 2000; Gartner y Hiatt, 2002;).

En fresco las fibras elásticas presentan una tonalidad amarillenta que sólo se observa cuando aparecen en gran cantidad o son muy gruesas, como por ejemplo, las bandas elásticas de la columna vertebral ó el ligamento nual (Uría y Mora, 1996; Geneser, 2000; Junqueira y Carneiro, 2000;).

Con el microscopio óptico, las fibras elásticas son difíciles de detectar en los preparados teñidos con H. E.; lo más común es que aparezcan sin teñir cuando se usa esta técnica. Sin embargo, pueden teñirse de manera selectiva con orceína (café ó púrpura), fucsina resorsina (azul oscuro o púrpura) y fucsina aldehídica (negro) (Ross y col., 1992; Dellmann, 1993; Lesson y col., 1998; Geneser, 2000; Junqueira y Carneiro, 2000).

Ultraestructura. Vistas con el microscopio óptico, las fibras elásticas son homogéneas pero al observar su estructura con el microscopio electrónico se aprecian microfibrillas electrodensas con un diámetro promedio de unos 10 nm (**Figura 1**). Las microfibrillas se disponen en haces incluidos en el material amorfo menos electrodensos que está compuesto por la proteína elastina (Brissie, 1974; Mecham y Heuser, 1991; Ross y col., 1992; Dellmann, 1993; Uría y Mora, 1996; Lesson y col., 1998; Geneser, 2000; Junqueira y Carneiro, 2000; Gartner y Hiatt, 2002).

Organización en los tejidos. Las coloraciones histoquímicas que tiñen selectivamente a las fibras elásticas han permitido visualizar tres tipos diferentes de fibras elásticas en los tejidos. En ligamentos elásticos, pulmón y piel, las fibras elásticas forman una **mallita pequeña** que asemeja el tejido de la ropa. En vasos sanguíneos grandes como la arteria aorta las fibras elásticas forman **hojas o láminas concéntricas**. En el cartilago elástico

tienen un **arreglo reticular** similar a un “panal de miel” con fibras muy anastomosadas. Estas diferencias en los arreglos de las fibras elásticas son ocasionadas por las diferentes fuerzas de tracción que soportan en los tejidos (Mecham y Heuser, 1991). En el tejido conectivo colágeno laxo, tendones y ligamentos que contienen fibras elásticas, éstas son producidas por los fibroblastocitos; en el cartilago elástico por los condrocitos, mientras que en la túnica media de la aorta y de otras arterias de gran calibre son producidas por los miocitos no estriados (Ross y col., 1992; Dellmann, 1993; WAVA, 1994; Maya, 1996; Uría y Mora, 1996; Lesson y col., 1998 Geneser, 2000; Junqueira y Carneiro, 2000; Gartner y Hiatt, 2002).

Composición y características bioquímicas. El examen ultraestructural de las fibras elásticas muestra que ellas están constituidas por dos componentes morfológicamente diferentes: el *componente microfibrilar* y el *núcleo amorfo de elastina* (**Figura 1**).

A) Componente microfibrilar. Son microfibrillas con un diámetro de 10-12 nm que se ensamblan en pequeñas caveolas de la membrana citoplasmática, estas microfibrillas se ensamblan y sirven como un andamio para que se deposite la elastina a manera de material amorfo. La cantidad de microfibrillas disminuye conforme aumenta la edad del animal y en las fibras elásticas maduras prácticamente se observan en la periferia (Mecham y Heuser, 1991, Mecham y Davies, 1994).

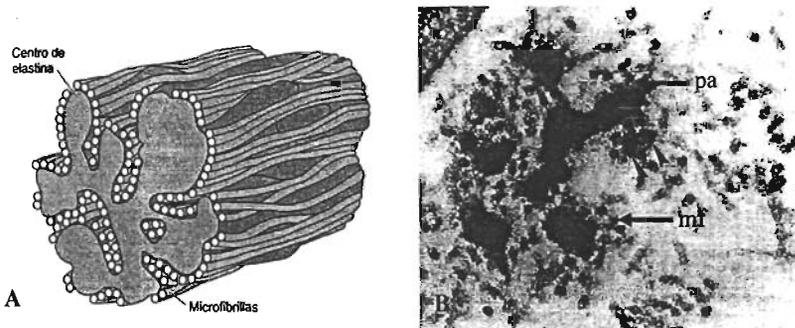


Figura 1. Imagen de una fibra elástica dibujada donde se muestran las microfibrillas que rodean a la elastina amorfa (A). Micrografía tomada con microscopio electrónico de transmisión, donde se muestra la estructura microfibrilar (mf) y la porción amorfa (pa) de una fibra elástica, imágenes tomadas de Gartner y Hiatt, Texto Atlas de Histología, 2002.

El aislamiento y caracterización del componente microfibrilar ha sido hasta la fecha bastante difícil (Mecham y Heuser, 1991), sin embargo se ha podido establecer que las microfibrillas están compuestas principalmente por dos proteínas: la **fibrilina** y la **glicoproteína asociada a microfibrillas (MAGP**, por sus siglas en inglés). La fibrilina es una glucoproteína con un peso de 350 kDa, es la proteína más abundante de las microfibrillas. MAGP se caracteriza por presentar un alto contenido de glutamina y prolina. (Mecham y Davies, 1994)

B) Elastina. Esta proteína tiene un peso aproximado de 70 kDa. No se degrada con las enzimas proteolíticas habituales, como por ejemplo, la tripsina, ni tampoco con la cocción o la hidrólisis con ácidos diluidos y bases, pero sí es degradada por la enzima pancreática elastasa. La elastina es una escleroproteína muy resistente a procesos de extracción (Uría y Mora, 1996, Visconti y col., 2003). La insolubilidad de la elastina se debe a los enlaces cruzados entre las moléculas de elastina. Estos enlaces ocurren entre asociaciones especiales de lisina llamadas **desmosinas** e **isodesmosinas** que solo se encuentran en la elastina. La **desmosina** se forma cuando cuatro derivados de lisina de las moléculas de tropoelastina se unen entre sí, por un proceso catalizado por la enzima lisil-oxidasa y forman la compleja unión transversal de la desmosina con cuatro ramificaciones, por la cual se mantienen unidas cuatro cadenas de la proteína elastina (Mecham y Heuser, 1991, Ross y col., 1992; Alberts y col., 1994; Mecham y Davies, 1994, Cormack, 1985, Lehninger, 1995; DeBelle y Tamburro, 1999; Geneser, 2000; Junqueira y Carneiro, 2000; Murray y col., 2001).

La elastina es una proteína que es rica en prolina y glicina, pero es pobre en hidroxiprolina y carece por completo de hidroxilisina, también es bajo su contenido de valina y alanina (Cuadro 1). (Ross y col., 1992; Alberts y col., 1994; Maya, 1996; Uría y Mora, 1996; Stryer, 1998; Geneser, 2000; Gartner y Hiatt, 2002).

La función de las moléculas de elastina requiere que su esqueleto polipeptídico quede sin plegar, en forma de unas “espirales al azar”. Es precisamente esta estructura enrollada al azar la que contiene puentes cruzados en la red de fibras de elastina, lo que le permite

estirarse y encogerse de nuevo, de tal forma que estas fibras pueden estirarse hasta en un 150% de su longitud en reposo antes de romperse. Después del estiramiento, las fibras elásticas vuelven a su longitud en reposo. (Ross y col., 1992; Alberts y col., 1994; Uría y Mora, 1996; Stryer, 1998; Geneser, 2000; Gartner y Hiatt, 2002).

Los avances para el conocimiento y análisis de péptidos y aminoácidos que constituyen la elastina, se han logrado a partir de estudios de la llamada **tropoelastina** que es la elastina que se secreta de forma soluble.

Cuadro 1: Contenido de aminoácidos de elastina de mamíferos. (Buddecke, 1993; Devlin, 1999; Matthews y Van Holde, 1998; Debelle y Tamburro, 1999).

Aminoácidos	%
Alanina	22
Arginina	0.9
Asparagina	---
Aspartato	1
Cisteína	0
Glutamina	2
Glutamato	---
Glicina	31
Histidina	0.1
Isoleucina	2
Leucina	6
Lisina	0.8
Metionina	0.2
Fenilalanina	3
Prolina	11
Serina	1
Treonina	1
Triptofano	1
Tirosina	2
Valina	12

Aminoácidos derivados (%)

Cistina	0
3-hidroxiprolina	---
4-hidroxiprolina	1
5-hidroxiprolina	0
Desmosina e Isodesmosina	1

Generalidades de los Vasos Sanguíneos.

Clasificación. Los animales multicelulares necesitan un mecanismo para la distribución del oxígeno, los materiales nutritivos y las hormonas a sus tejidos y órganos, y otro mecanismo para recoger de ellos el dióxido de carbono y otros productos metabólicos y transportarlos a los órganos de excreción. En los vertebrados esa función es llevada a cabo por el sistema cardiovascular (Gurtler y col., 1975; Getty, 1982; Fawcett, 1995; Banks, 1996; Gartner y Hiatt, 2003).

El **sistema cardiovascular** esta formado por el corazón, los vasos sanguíneos y los vasos linfáticos. Las arterias transportan la sangre desde el corazón hasta el sistema microvascular formado por las arteriolas, capilares, vénulas y anastomosis arteriovenosas. La sangre retorna por las venas desde el sistema microvascular del corazón (Getty, 1982; Wheather, 1987; Ross y col., 1992; Dellmann, 1993; Gartner y Hiatt, 2003). Los vasos linfáticos son auxiliares de los vasos sanguíneos, transportan linfa desde los tejidos hacia la sangre (Getty, 1982; Ross y col., 1992).

Los vasos sanguíneos se definen normalmente por su posición en el circuito vascular. Se caracterizan histológicamente por sus estructuras individuales, las cuales reflejan las fuerzas particulares que soportan y el control sobre la función vascular proporcionada por cada tipo de vaso (Dellmann, 1993).

Las contracciones ventriculares son la fuerza más potente que impulsa la circulación de la sangre. Las gruesas arterias conductoras elásticas, tales como la aorta, reciben la primera oleada de sangre en cada sístole ventricular, durante la cual, tanto la velocidad de flujo como la presión alcanza su punto álgido. La gran presión de la sangre cardiaca bombeada es recogida en gran medida gracias al estiramiento de las paredes arteriales altamente elásticas. En el momento de la dilatación ventricular (diástole) la tensión de la pared arterial mantienen parcialmente la presión sanguínea y el volumen de flujo se difunde por las numerosas arterias de distribución ó musculares. Estos vasos conducen la sangre a los órganos específicos y demás partes del organismo y finalmente a las ramas más pequeñas

del árbol arterial, las arteriolas. La velocidad del flujo se reduce gradualmente en las arterias distribuidoras, que como consecuencia del mayor número de ramificaciones aumentan notablemente el volumen total del flujo. La presión de las arterias musculares permanece elevada. El flujo periférico está regulado por la división simpática del sistema nervioso autónomo, que gobierna la contracción o relajación de las células musculares lisas de las paredes de estas arterias (Gurtler y col., 1975; Dellmann, 1993).

Las arterias elásticas, musculares y las arteriolas se conocen como arterias grandes, medianas y pequeñas, respectivamente (Dellmann, 1993; WAVA, 1994).

Desde el árbol arterial, los vasos se abren en profusas redes de túbulos pequeños de pared uniformemente delgada, denominados capilares. En el hígado, las arteriolas terminan en estructuras muy irregulares y finas denominadas capilares sinusoides. El volumen de sangre total en los sinusoides es mucho mayor que en las arteriolas, y de este modo la velocidad de flujo de la sangre disminuye de metros por segundo en el árbol arterial y a menos de un mm por segundo en los capilares (Gurtler y col., 1975; Dellmann, 1993).

La sangre procedente de capilares y sinusoides retorna al corazón por las venas. Las venas de tamaño cada vez mayor, generalmente clasificadas como pequeñas, medianas y grandes, forman estructuras arborescentes análogas, y en la mayoría de los casos son paralelas a las redes arteriales (Gurtler y col., 1975; Dellmann, 1993).

Las arterias y las venas que las acompañan aparecen juntas en la mayoría de los cortes tisulares. Generalmente se observa también un nervio y algunos vasos linfáticos a lo largo del par de vasos sanguíneos. Puesto que reciben sangre de los capilares, las venas oponen poca presión residual a la acción del bombeo del corazón, soportan presiones debidas a la gravedad y a los tejidos circundantes, particularmente del músculo (Gurtler y col., 1975; Dellmann, 1993).

Debido a que las venas son mas grandes que las arterias, contienen casi la mitad del volumen total de sangre y, por tanto, el estado contráctil de las paredes de las grandes venas es importante para determinar el volumen vascular total (Dellmann, 1993).

Consideraciones anatómicas de los vasos sanguíneos estudiados. En el presente trabajo se estudiaron vasos sanguíneos de mayor calibre como son la arteria aorta y la vena cava caudal (ambas en su porción torácica), vasos sanguíneos de mediano calibre como son la vena yugular externa y la arteria carótida común y vasos sanguíneos de pequeño calibre como son la arteria y la vena braquial.

La aorta es el vaso de origen de todas las arterias sistémicas. Comienza con la válvula aórtica del ventrículo izquierdo y termina cerca de la articulación lumbosacra. Esta arteria se divide en tres segmentos: la aorta ascendente, el arco aórtico y la aorta descendente. Esta última corre por debajo del techo del tórax para entrar en el abdomen por el hiato aórtico del diafragma, por este hiato también se observa el tránsito de la arteria abdominal craneal en compañía de la vena ácigos y el conducto torácico (Getty, 1982; Adams 1988; Shively, 1993; Dyce y col. 1996; Evans, 1997).

La vena cava caudal se forma en el techo del abdomen, cerca de la entrada de la pelvis por la unión de las venas iliacas comunes derecha e izquierda (Getty, 1982; Adams 1988; Shively, 1993; Evans, 1997).

Las arterias carótidas comunes se originan separadamente en el perro de la arteria braquiocefalica. Cada una de las arterias cruza la cara ventrolateral de la tráquea (o el esófago en el lado izquierdo) durante el ascenso por el cuello donde van acompañadas por el tronco vago simpático. Las arterias comienzan dividiéndose por encima de la laringe en arteria carótida externa e interna (Getty, 1982; Adams 1988; Shively, 1993; Dyce y col. 1996).

La vena yugular externa se forma por la unión de las venas maxilar y linguofacial, nace detrás de la mandíbula, se dirige hacia tórax, entre el músculo braquicefálico y esternocefálico, por fuera de la carótida común (Adams 1988; Shively, 1993; Evans, 1997).

La arteria braquial es la continuación distal de la arteria axilar, después de originar la arteria circunfleja humeral craneal continúa su descenso entre el músculo bíceps braquial y la cabeza medial del músculo tríceps braquial, a lo largo de la superficie medial del brazo; al principio está relacionada con el nervio musculocutáneo cranealmente y el nervio radial caudalmente, proporciona varias ramas y se continua distalmente como arteria mediana (Shively, 1993; Evans; 1997).

La vena braquial es continuación de la vena mediana, sigue el curso de la arteria braquial, y se conecta con la cefálica y a partir de esta conexión continua en dirección proximal (Evans, 1997).

Consideraciones fisiológicas. La función de las arterias estriba en transportar sangre a gran presión hacia los tejidos. Por este motivo las arterias tienen paredes resistentes y elásticas, así la sangre fluye en ellas rápidamente hacia los tejidos (Wheater y col., 1987; Ross y col., 1992; Guyton y Hall, 2001).

Las venas funcionan como conductos para transportar sangre de los tejidos hacia el corazón. Como la presión del sistema venoso es muy baja, las paredes venosas son muy delgadas, esto les permite contraerse y dilatarse, por lo tanto, almacenan mucha o poca sangre, según las necesidades del cuerpo (Wheater y col., 1987; Guyton y Hall, 2001).

La función de los capilares estriba en intercambiar líquidos y elementos nutritivos entre la sangre y los espacios intersticiales, por lo tanto, las paredes capilares muy delgadas son permeables a sustancias de moléculas pequeñas (Guyton y Hall, 2001).

Estructura histológica de los vasos sanguíneos.

En general la pared de los vasos sanguíneos (arterias y venas) esta formada por tres capas: túnica íntima (interna), túnica media, y túnica adventicia (externa). Los tejidos que forman estas capas estructurales y su importancia relativa dependen del tipo de vaso sanguíneo y varía dentro de amplios límites (Ross y col., 1992; Dellmann, 1993; Fawcett, 1995; Gartner y Hiatt, 2003).

1. Arterias. La pared arterial es fuerte y contiene cantidades importantes de musculatura lisa y componentes elásticos (Geneser, 2000). Las arterias grandes contienen numerosas membranas elásticas en la pared y se denominan **arterias elásticas**. Estas se ramifican en arterias más pequeñas, las **arterias musculares**, en cuyas paredes predominan las células musculares lisas (Geneser, 2000; Gartner y Hiatt, 2003).

La pared de las arterias se caracteriza porque existe una membrana elástica diferenciada, la lámina elástica interna separa la túnica íntima de la túnica media mientras que por lo general una lamina elástica externa menos definida separa la túnica media de la adventicia (Fawcett, 1995; Geneser, 2000; Junqueira y Carneiro, 2000; Gartner y Hiatt, 2003;).

a) Arterias elásticas. Las arterias elásticas poseen un diámetro superior a 10 mm e incluyen la aorta, la carótida y la subclavia. La arteria elástica con el diámetro más grande es la aorta (Ross y col., 1992; Geneser, 2000).

La túnica íntima presenta en su interior células endoteliales poligonales y tan aplanadas, que en condiciones normales en preparados para microscopio óptico solo se distingue el núcleo, también aplanado. Una lámina basal separa el endotelio de una capa subendotelial de tejido conectivo laxo, que contiene células musculares lisas aisladas y fibroblastocitos dispersos. La membrana elástica interna de la túnica media se define como lamina elástica interna (Cormack, 1985; Ross y col., 1992; Dellmann, 1993; Fawcett, 1995; Banks, 1996; Lesson y col., 1998; Geneser, 2000; Gartner y Hiatt, 2003; Ortiz y Rodríguez, 2004). La

túnica íntima es avascular y recibe nutrientes por difusión y por transporte transendotelial (Dellmann, 1993).

La túnica media del ser humano adulto contiene aproximadamente 50 membranas elásticas fenestradas. Entre las membranas elásticas se encuentran células musculares lisas que se fijan a las membranas. Además se observan fibras elásticas y de colágena tipo III, incluidas en una sustancia basal basófila compuesta por proteoglicanos ácidos (Cormack, 1985; Ross y col., 1992; Lesson y col., 1998; Geneser, 2000; Ortiz y Rodríguez, 2004). Las células musculares lisas constituyen el único tipo celular de la túnica media, y parecen tener dirección circular, pero en realidad forman un espiral que envuelve el vaso en toda su longitud (Ross y col., 1992; Stevens y Lowe, 1993; Lesson y col., 1998; Geneser, 2000; Gartner y Hiatt, 2003; Ortiz y Rodríguez, 2004). Cabe señalar que en esta túnica no hay fibroblastocitos (Ross y col., 1992). En el límite más externo de la túnica media se observa una membrana elástica externa además visible. Con el microscopio electrónico se observa como una membrana discontinua (Dellmann, 1993; Gartner y Hiatt, 2003).

La túnica adventicia es bastante delgada en las arterias elásticas y esta constituida por fibroblastos, se compone de tejido conectivo, que en su mayor parte contiene fibras de colágena tipo I. La lámina elástica externa se define como la membrana elástica fenestrada más externa de la túnica media que, al igual, que la lámina elástica interna, no se diferencia de las demás membranas elásticas que contiene. La adventicia y la porción externa de la túnica media contienen pequeños vasos sanguíneos y linfáticos, (*vasa vasorum*), mientras que el resto luminal de la pared vascular se nutre por difusión desde la luz, proceso facilitado por las fenestraciones de las membranas elásticas. En ocasiones, los *vasa vasorum*, pueden estar acompañados por pequeños nervios (*nervi vasorum*). (Cormack 1985; Dellmann, 1993; Fawcett, 1995; Lesson y col, 1998; Geneser, 2000; Gartner y Hiatt, 2003; Ortiz y Rodríguez., 2004).

La transición de las arterias elásticas a arterias musculares puede ser gradual o brusca, va a variar por especie o dentro de un mismo animal. (Dellmann, 1993).

b) Arterias musculares. Constituyen la mayor parte de las arterias del organismo, varían de tamaño desde 10 mm hasta 0.1 mm de diámetro. La pared es relativamente gruesa, en comparación con el diámetro vascular, debido a la gran cantidad de musculatura lisa que posee la túnica media. (Dellmann, 1993).

En las pequeñas arterias musculares, la túnica íntima se compone solo de células endoteliales aplanadas que se ubican directamente sobre la lámina elástica interna, apenas separadas por una lámina basal; las células endoteliales poseen evaginaciones basales que se extienden a través de la lámina basal y la lámina elástica interna y entran en contacto con las células musculares lisas subyacentes. (Dellmann, 1993; Geneser, 2000; Gartner y Hiatt, 2003). En las arterias musculares más grandes la lámina elástica interna está bien desarrollada y en los cortes transversales teñidos con H.E. se distingue como una línea ondulada eosinófila (Dellmann, 1993; Geneser, 2000).

La túnica media contiene de 4 a 10 capas de células musculares lisas en disposición concéntrica. Las pequeñas arterias carecen de lámina elástica externa. Entre las células musculares aparecen fibras de colágeno y elásticas incluidas en una matriz glicoproteica que se tiñe con intensidad con la tinción de PAS. Al igual que en las arterias elásticas, las células musculares son las únicas de esta túnica. (Dellmann, 1993; Lesson y col., 1998; Geneser, 2000; Gartner y Hiatt, 2003). La orientación de la mayor parte de las células del músculo liso es circular, sin embargo en el que la túnica media entra en interfase con la túnica íntima y la adventicia se distribuyen unos cuantos haces de fibras musculares en sentido longitudinal. (Cormack 1985; Dellmann, 1993; Stevens y Lowe, 1993; Fawcett, 1995; Lesson y col, 1998; Geneser, 2000; Gartner y Hiatt, 2003; Ortiz y Rodríguez, 2004).

La lámina elástica externa forma una línea limitante en la transición a la túnica adventicia, aunque menos definida que la lámina elástica interna y a veces con separaciones en varias capas. (Dellmann, 1993; Geneser, 2000).

La túnica adventicia puede ser más gruesa que la túnica media y se compone de fibrocitos, fibras elásticas y tejido conectivo colágeno laxo y contiene *vasa vasorum* y numerosos

nervios que penetran en la porción más superficial de la túnica media (Cormack, 1985; Fawcett, 1995; Lesson y col., 1998; Geneser, 2000; Gartner y Hiatt, 2003).

c) Arteriolas. La transición de una arteria de pequeño calibre hacia una arteriola es gradual. La arteriola es un vaso sanguíneo con diámetro menor a 100 μm . La túnica íntima se compone de células endoteliales aplanadas. Desde la porción basal de las células endoteliales se extienden divertículos a través de la lámina basal y la lámina elástica interna que forma contactos mioendoteliales con las células musculares lisas de la túnica media, al igual que en las arterias musculares. La túnica media se compone de 1 a 3 capas de miocitos no estriados, dispuestas en círculos concéntricos. La túnica adventicia se compone de tejido conectivo colágeno laxo. Las arteriolas carecen de lámina elástica externa definida (Dellmann, 1993; Banks, 1996; Lesson y col., 1998; Geneser, 2000; Gartner y Hiatt, 2003).

2. Venas. Por lo general acompañan a las arterias correspondientes, pero tienen diferentes diámetros. A menudo una arteria es acompañada por varias venas, que drenan la sangre de la zona irrigada por la arteria. La pared tiene más tejido conectivo que las arterias. Debido a su pared más delgada es característico observar las venas colapsadas en algunos cortes (Geneser, 2000).

La pared venosa se compone de las mismas tres capas que las arterias: túnica íntima, túnica media y túnica adventicia, pero carecen de lámina elástica interna y externa y los límites entre las tres capas es menos nítida que en las arterias (Geneser, 2000).

Por lo general, las venas presentan más diferencias que las arterias. Se suelen agrupar en venas grandes, medianas y pequeñas (Geneser, 2000).

a) Venas pequeñas. Tienen un diámetro de 0.1–1 mm., la túnica íntima se compone de células endoteliales, la túnica media es mucho más delgada que la que se presenta en las arterias y venas medianas. La túnica adventicia se compone de tejido conectivo colágeno laxo (Cormack, 1985; Dellmann, 1993; Lesson y col., 1998; Geneser, 2000; Junqueira y Carneiro, 2000).

b) Venas medianas. Miden entre 1 y 10 mm e incluyen la mayoría de las venas superficiales y profundas de los miembros torácicos y pelvianos. La túnica íntima se compone de células endoteliales y rodeada de una capa de tejido conectivo subendotelial y fibras reticulares, algunas veces se observan algunas fibras elásticas finas (Fawcett, 1995). La túnica media es mucho más delgada que la arterial y contiene 3 a 4 capas de células musculares lisas dispuestas en forma circular (Dellmann, 1993; Banks, 1996; Lesson y col., 1998; Geneser, 2000; Gartner y Hiatt, 2003). En ocasiones algunas de las fibras musculares en lugar de tener disposición circular, se ubican en posición longitudinal (Gartner y Hiatt, 2003). La túnica adventicia se compone de tejido conectivo colágeno laxo y representa la mayor parte de la pared (Ross y col., 1992; Dellmann, 1993; Stevens y Lowe, 1993; Fawcett, 1995; Lesson y col., 1998; Geneser, 2000; Junqueira y Carneiro, 2000; Gartner y Hiatt, 2003).

c) Venas grandes. Se incluyen aquí todas las venas con diámetro superior a 10 mm, por ejemplo, la vena cava (Dellmann, 1993). La túnica íntima tiene un espesor considerable de tejido conectivo subendotelial. La túnica media es muy delgada o puede estar ausente en la mayor parte de las grandes venas, esta compuesta por unas pocas capas de células musculares lisas dispuestas en forma circular. La túnica adventicia es muy gruesa. Se compone de tejido conectivo y células musculares lisas longitudinales, por lo que en ocasiones es llamada adventicia muscular. Se encuentran también numerosos *vasa vasorum* y vasos linfáticos además de fibras nerviosas amielínicas (Cormack, 1985; Ross y col., 1992; Dellmann, 1993; Stevens y Lowe, 1993; Fawcett, 1995; Banks, 1996; Lesson y col., 1998; Geneser, 2000; Junqueira y Carneiro, 2000; Gartner y Hiatt, 2003).

JUSTIFICACIÓN.

Con base en los antecedentes referidos y la literatura consultada, se aprecia que existe un vacío informativo sobre la distribución y el aspecto tridimensional que presentan las fibras elásticas en los vasos sanguíneos de diversas especies domésticas, así como de un estudio comparativo por edad. La mayoría de los estudios realizados al respecto, son muy dispersos y se basan extensamente en animales de laboratorio o en muestras humanas, pero no en especies domésticas como el perro (*Canis familiaris*). Además de que estos estudios no están disponibles con facilidad en idioma castellano.

Este trabajo forma parte de un proyecto de investigación que pretende cubrir el vacío de información a nivel histológico.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

- Realizar un estudio histológico comparativo de las fibras elásticas presentes en arterias y venas de canideos domésticos de diferentes edades.

OBJETIVOS PARTICULARES:

- Realizar cortes histológicos de los siguientes vasos sanguíneos: arteria aorta, arteria carótida común, arteria braquial, vena cava caudal, vena yugular externa y vena braquial, obtenidas a partir de canideos domésticos de las siguientes edades: 1 mes, 6 meses, 1 año, 2 a 3 años, 5 ó más años.
- Realizar las coloraciones Hematoxilina-Eosina y Verhoeff contrastada con Van-Gieson, en los cortes histológicos anteriores.
- Determinar el patrón de distribución de las fibras elásticas en los cortes histológicos de los distintos vasos sanguíneos obtenidos.
- Comparar el patrón de distribución de las fibras elásticas de los vasos sanguíneos estudiados, entre las diferentes edades consideradas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Obtención de muestras biológicas

- a) Para la obtención de las muestras biológicas se utilizaron 15 canideos de raza indefinida de las siguientes edades: 3 de 1 mes, 3 de 6 meses, 3 de 1 año, 3 de 2 a 3 años y 3 de 5 años en adelante; estos ejemplares se obtuvieron a partir de donaciones del centro de control canino del Municipio de Cuautitlán México en el Estado de México y de donaciones personales.
- b) A cada uno de los canideos se les dio eutanasia con una sobredosis de pentobarbital sódico (Anestesa^{MR}, Pfizer) de 56 mg por kg de peso por vía intravenosa, previa tranquilización con xilazina al 2% (Procin^{MR}, Pisa) a una dosis de 1.1 mg por kg de peso, por vía intramuscular (Booth y McDonald, 1988).
- c) Mediante disecciones sistemáticas se recolectaron las muestras biológicas de los siguientes vasos sanguíneos: **arteria aorta** (porción más proximal al diafragma), **vena cava caudal** (porción entre el corazón y diafragma), **arteria carótida común** (porción media del cuello, lado izquierdo), **vena yugular externa** (porción media del cuello, lado izquierdo), **arteria braquial** (parte media del brazo, entre arteria braquial profunda y la arteria ulnar colateral, lado izquierdo) y **vena braquial** (parte media del brazo, entre vena braquial profunda y la vena ulnar colateral, lado izquierdo).
- d) Las muestras biológicas se seccionaron en 3 partes y se colocaron en el reactivo fijador de Bouin por 48 horas (Luna, 1968).

Procesamiento de muestras mediante el método de inclusión en parafina.

- a) Las muestras fueron lavadas con agua corriente por 10 minutos.

- b) Las muestras se deshidrataron con inmersiones crecientes de alcohol etílico, (70°, 80°, 96° y 100°) por dos cambios en cada uno de los alcoholes. Las muestras fueron dejadas 15 minutos en cada gradación; en cada cambio el alcohol fue calentado en un horno de microondas (45-55° C durante 2 minutos).

- c) Las muestras se sumergieron en monómero de estireno (Poliformas^{MR}) por 24 horas a temperatura ambiente.

- d) Las muestras fueron infiltradas en parafina (Paraplast^{MR}) a 60° C durante 2 horas, dos cambios.

- e) Las muestras fueron incluidas en parafina a 60° C, mediante el uso de rejillas de aluminio, que sirvieron como molde para formar los cubos de parafina correspondientes.

- f) A partir de los bloques obtenidos después de la infiltración y la inclusión de las muestras se obtuvieron cortes de 5 µm de espesor con un microtomo modelo RM 820 (Leica). Es importante señalar que de cada bloque de parafina obtenido (correspondiente a cada muestra) se obtuvieron 6 cortes semiseriados de cada porción de la muestra, lo cual resultó en 18 preparaciones histológicas por cada vaso sanguíneo, lo que da un total de 108 preparaciones histológicas por individuo.

- g) Los cortes histológicos fueron montados en portaobjetos de vidrio (Lauka), con ayuda de un baño de flotación para tejidos (Chicago Surgical & Electrical) y de una platina térmica (Clinical Scientific Equipment).

Coloración de las preparaciones histológicas.

Método de hematoxilina y eosina (H. E.) (Luna, 1968). Este método no es específico para fibras elásticas, sin embargo se incluye como punto de referencia y control para la siguiente técnica empleada. Las fibras elásticas se tiñen débilmente de rosa, la colágena de rosa más intenso y los núcleos de color morado. La coloración de H. E. es una coloración bicrómica que usa la hematoxilina como colorante básico para las estructuras ácidas y la eosina como colorante ácido para las estructuras básicas.

- a) Los cortes se colocaron en xileno durante 15 minutos, dos veces.
- b) Se rehidrataron en concentraciones crecientes de alcohol etílico (100°, 96°, 80°, 70° 60°) con dos cambios de 3 minutos cada uno.
- c) Se lavaron en agua destilada durante 2 minutos.
- d) Se tiñeron con el colorante de Hematoxilina durante 15 minutos.
- e) Se lavaron en agua corriente.
- f) Se colocaron en alcohol ácido durante 5 segundos.
- g) Se lavaron en agua corriente.
- h) Se colocaron en carbonato de litio durante 1 minuto.
- i) Se tiñeron en el colorante Eosina durante 10 minutos.
- j) Se deshidrataron en alcohol etílico de 96° durante 3 minutos, dos veces.
- k) Se deshidrataron en dos pasos de alcohol absoluto; por tres minutos en el primero y por tres minutos en el segundo.
- l) Se realizaron dos pasos de xileno por 5 minutos en el primero y por 15 minutos en el segundo.
- m) Se cubrió la preparación con resina sintética y un cubreobjetos.
- n) Se observó con el microscopio compuesto de campo claro, realizando la evaluación respectiva.

Tinción de Verhoeff, contrastada con la tinción de Van-Gieson. (Drury y Wallington, 1967; Mallory y col, 1990). Esta técnica es específica para la demostración de las fibras elásticas del tejido conectivo. El tejido es sobreteñido con una mezcla de hematoxilina

férrica, yoduros y cloruros, estos últimos sirven como mordentes. El mecanismo de tinción probablemente esta dado por la formación de puentes de hidrógeno entre la hematoxilina y algunos grupos químicos del tejido. Este método es regresivo y para la diferenciación se utiliza cloruro férrico. Como el tejido elástico tiene una fuerte afinidad por el complejo de la hematoxilina férrica retiene este colorante más tiempo que los demás elementos tisulares. La solución de Van Gieson utiliza fucsina ácida y como mordente ácido picrico; es por la selectividad que tiene por las fibras de colágena I, se usa comúnmente como contraste en este método.

- a) Se colocaron las preparaciones histológicas en xileno durante 15 minutos, dos veces.
- b) Se rehidrataron las muestras en concentraciones crecientes de alcohol etílico (100°, 96°, 80°, 70° 60°) con dos cambios de 3 minutos cada uno.
- c) Se lavaron en agua destilada durante 2 minutos.
- d) Se colocaron en la solución de trabajo de Verhoeff (ver anexo 1) por 60 minutos, hasta que los cortes estén uniformemente teñidos de negro.
- e) Se lavaron con agua y se diferenciaron con la solución de Verhoeff (ver Anexo 1)
- f) Se lavaron en agua destilada durante 1 minuto.
- g) Se trataron con la solución aclaradora durante 2 minutos para remover el colorante de yodo de fondo.
- h) Se lavaron en agua corriente durante 5 minutos.
- i) Se contrastaron con la solución de trabajo de Van Gieson durante 2 minutos (ver Anexo 1).
- j) Se colocaron en una solución acuosa de etanol al 95% para iniciar la deshidratación durante 5 minutos.
- k) Se deshidrataron en alcohol absoluto durante 5 minutos.
- l) Se aclararon en xileno durante 15 minutos.
- m) Se cubrieron con resina sintética y un cubreobjetos.
- n) Se observaron con el microscopio óptico y realizamos la evaluación respectiva.

Observación e interpretación en el microscopio óptico.

Una vez terminadas las preparaciones histológicas, se procedió a su observación en el microscopio compuesto de campo claro para su evaluación e interpretación histológica. Se realizaron observaciones a 40x, 100x, 400x y 1000x.

El material que se requiere para este paso es el siguiente:

Equipo.

- Microscopio compuesto de campo claro, de rutina (Carl Zeiss).
- Aceite de inmersión (Merck).

Captura y análisis de imágenes

Las imágenes de los campos microscópicos de observación representativos de la población estudiada, fueron capturados con una cámara digital Sony mod. DXC-151A y enviadas a una PC con procesador Pentium III, 128 Mb RAM, para llevar a cabo su análisis e interpretación. Posteriormente las imágenes fueron editadas con los programas Paint Shop Pro (Corel Co.) y Word (Microsoft, Inc.) e impresas en calidad fotográfica para la difusión de resultados en la tesis, congresos, etc.

RESULTADOS

I. Descripción histológica de la arteria carótida común.

A. Edad: 1 mes.

a) Coloración H. E.

El corte histológico de este vaso sanguíneo (Figura 1) mostró los mismos elementos que describe la literatura (Ross y col., 1992; Dellmann, 1993; Fawcett, 1995; Gartner y Hiatt, 2003; Ortiz y Rodríguez, 2004), los cuales consistieron en tres tunicas que descritas de adentro hacia fuera son: túnica íntima (interna), túnica media y túnica adventicia.

La **túnica íntima** presentó un endotelio (epitelio simple escamoso), debajo del cual se localizó la membrana elástica interna, que se observó gruesa y birrefringente con un color rosa intenso (Figura 1 y 2). Esta membrana actúa como límite entre las túnica íntima y media.

La **túnica media** presentó capas alternas de miocitos no estriados, fibras colágenas y fibras elásticas fenestradas (Figura 3), las cuales con esta coloración no se diferencian fácilmente. Los miocitos presentan su citoplasma de un color rosa pálido y sus núcleos eucromáticos. Los elementos elásticos son birrefringentes, de color rosa intenso y con tendencia a ramificarse, especialmente hacia la región del endotelio. Tanto las células como las fibras se observan onduladas, formando pliegues pronunciados (Figura 3). Entre la túnica media y la túnica adventicia se localiza una membrana elástica externa, más delgada que la interna y con ramificaciones que penetran en la adventicia (Figura 3).

La **túnica adventicia** se observó gruesa y formada por haces de colágena dispuestos en dos estratos: uno longitudinal interno grueso, con fibrocitos relativamente escasos, dispuestos periféricamente a los haces de colágena, y uno circular externo menos desarrollado y con

fibras de colágena más delgadas, que también mostraron fibrocitos asociados. En la gran mayoría de las muestras colectadas, el estrato longitudinal interno presentó vasos sanguíneos pequeños (*vasa vasorum*), nervios (*nervi vasorum*) y ganglios, además de las fibras elásticas ya referidas. En la parte más externa del vaso se observó tejido adiposo blanco (Figura 4).

b) Coloración: Verhoeff, contrastada con Van Gieson.

Esta tinción facilitó la diferenciación de los elementos histológicos de los vasos sanguíneos, ya que las fibras elásticas se observaron de color negro, el tejido conectivo colágeno de color rosa intenso a rojo y los miocitos lisos con citoplasma de color café claro con un núcleo café oscuro (Figura 5).

En la **túnica íntima**, la primera característica diferencial con esta técnica empleada, correspondió a la membrana elástica interna, que se observó gruesa y continua, localizada por debajo del endotelio, separando perfectamente la túnica íntima de la túnica media (Figura 6).

En la **túnica media**, las capas de fibras elásticas se pudieron diferenciar mejor que con la coloración de H. E.; se observaron de color negro, onduladas, más delgadas que la elástica interna y con un grosor semejante a la elástica externa. En la mayoría de los cortes se presentaron de 9 a 12 capas de fibras elásticas. Otro dato interesante fue el hecho de que junto a las fibras elásticas se presentaron fibras colágenas, que se observaron teñidas de color rosa intenso. Entre las fibras elásticas, se observaron cerca de 18 capas de miocitos no estriados, teñidos de color café claro, con sus núcleos de color café oscuro. En la gran mayoría de las muestras observadas, se observó que los miocitos presentaron una dirección circular con relación al eje longitudinal del vaso sanguíneo, por lo que sus cuerpos se observaron en proyección longitudinal. La membrana elástica externa se observó continua, pero más delgada y delimitando las tunicas media y adventicia (Figura 7).

En la **túnica adventicia** se observó principalmente tejido conectivo colágeno, de color rosa intenso, con fragmentos de fibras elásticas de color negro incluidas en él. La concentración de fibras elásticas fue mayor cerca de la túnica media del vaso. Otra característica diferencial correspondió a la presencia de fibras musculares que se observaron aisladas, en forma de haces y entrelazando la túnica media y la adventicia.

B. Edad: 6 meses

a) Coloración: H. E.

La **túnica íntima** presentó un endotelio y un subendotelio muy similares a la arteria carótida de un mes.

La **túnica media** está formada por varias capas de miocitos no estriados, dispuestos en forma circular, intercaladas con varias capas de fibras elásticas de grosor variable. En la parte externa de la túnica media también se localizó una membrana elástica externa que la separa de la túnica adventicia.

La **túnica adventicia** es un poco más gruesa que la media. Está formada por dos estratos: uno más grueso, constituido por haces longitudinales de colágena, adyacente a la túnica media y uno externo, más delgado, con fibras de colágena circulares. En algunos cortes se observan *vasa y nervi vasorum*.

b) Coloración: Verhoeff, contrastada con Van Gieson.

La **túnica íntima** presentó también un endotelio y un subendotelio. En el subendotelio se observaron fibras elásticas muy finas. Con esta coloración, se observaron más resaltadas la membrana elástica interna prominente y la membrana elástica externa delgada, ambas membranas son continuas y están delimitando las tunicas.

La **túnica media** presenta varias capas de fibras elásticas ($n \leq 12$), que son continuas, onduladas, con un grosor medio y situadas entre los miocitos. Junto a las fibras elásticas nuevamente se encontraron fibras colágenas, que se observaron teñidas de color rosa intenso.

La **túnica adventicia** presentó una red de fibras elásticas segmentadas, más abundantes hacia la túnica media que hacia la periferia del vaso. En esta adventicia las fibras elásticas son delgadas y fragmentadas, localizadas entre los haces de colágena y de más a menos abundantes conforme se acercan a la periferia del vaso. De hecho, en todos los cortes observados, la adventicia tiende a separarse del vaso, lo cual es probablemente un artefacto. En esta capa no se observaron elementos elásticos asociados.

C. Edad: 1 año.

a) Coloración: H. E.

La **túnica íntima** se observó similar a la de la arteria carótida de 6 meses constituida por un endotelio y un subendotelio.

La **túnica media** está formada por estratos de miocitos no estriados dispuestos en forma circular, intercalados con varias capas de elastina.

La **túnica adventicia** es más delgada (dos tercios) que la túnica media. Está formada por dos capas de fibras colágenas: una longitudinal interna y una circular externa, ambas de grosor similar. En la periferia es común observar *vasa y nervi vasorum* y pequeñas cantidades de tejido adiposo.

b) Coloración: Verhoeff, contrastada con Van Gieson.

La **túnica íntima** se observa claramente constituida por un endotelio y un subendotelio. Con relación a las membranas elástica interna y elástica externa, ambas son continuas y de grosor semejante.

La **túnica media** presenta varias capas de fibras elásticas continuas y onduladas ($n \leq 17$), situadas entre los miocitos, estas fibras se diferencian más claramente que en la coloración de HE, donde solamente se diferenciaron $n \leq 11$ capas de fibras elásticas. Se observan también pequeños grupos de colágena asociados tanto a las láminas elásticas como a los miocitos.

Los estratos de miocitos no estriados están dispuestos en forma circular, intercaladas con varias capas de elastina. Se observa una relación aproximada de 2 capas de miocitos por una membrana elástica, lo que en total hace un número de hasta 30 estratos de miocitos. En el perímetro de la túnica media se localiza una membrana elástica externa que la limita de la túnica adventicia. Su grosor y aspecto es semejante al de las membranas elásticas localizadas en el interior de la túnica media.

La **túnica adventicia** tiene un grosor similar al de la túnica media. Está formada por dos capas de fibras colágenas: una longitudinal interna y una circular externa las cuales tienen un espesor similar. En las cercanías de la túnica media, es posible observar fibras elásticas delgadas y fragmentadas entre los haces de colágena. En la periferia es común observar *vasa* y *nervi vasorum* y pequeñas cantidades de tejido adiposo.

D. Edad: 2 a 3 años.

a) Coloración: H. E.

La **túnica íntima** se observa típica formada por un endotelio y un subendotelio.

La **túnica media** está formada por varias capas de miocitos no estriados dispuestos en forma circular, intercalados con varias capas de fibras elásticas de grosor variable.

La **túnica adventicia** es del mismo grosor que la túnica media. Está formada por dos estratos, uno grueso, constituido por haces longitudinales de colágena, el cual es adyacente a la túnica media y uno más delgado, con fibras de colágena circulares localizado en la parte más externa.

b) Coloración: Verhoeff, contrastada con Van Gieson.

En la **túnica íntima**, se observa claramente una membrana elástica interna por debajo de la capa de células endoteliales. Debajo de la membrana elástica interna se pueden apreciar algunas fibras elásticas muy finas (Figura 8).

La **túnica media** está formada por capas de miocitos no estriados, que en total hacen un número de hasta 30 estratos de miocitos dispuestos en forma circular, intercalados con varias capas de fibras elásticas continuas y onduladas ($n \leq 13$), situadas entre los miocitos. Se observan también pequeños grupos de colágena asociados tanto a las láminas elásticas como a los miocitos.

La **túnica adventicia** presenta una red de fibras elásticas segmentadas, más abundantes hacia la túnica media que hacia la periferia del vaso. Los *vasa vasorum* que se llegan a observar, presentan una lámina elástica interna delgada y completa, una adventicia con escasas fibras elásticas fragmentadas.

E. Edad: 5 años ó más.

a) Coloración: H. E.

La **túnica íntima** es típica, compuesta por un endotelio y subendotelio.

La **túnica media** está formada por capas de miocitos no estriados dispuestos en forma circular e intercalados con varias capas de elastina de grosor variable.

La **túnica adventicia** tiene cerca de la mitad del grosor de la túnica media. Está formada por dos estratos de grosor semejante: uno de haces longitudinales de colágena, adyacente a la túnica media y otro, con fibras de colágena circulares, más externo.

b) Coloración: Verhoeff, contrastada con Van Gieson.

La **túnica íntima** presenta un endotelio y un subendotelio, inmediatamente debajo se observa claramente una membrana elástica interna.

La **túnica media** está formada por capas de miocitos no estriados, que en total hacen un número de hasta 26 estratos de miocitos dispuestos en forma circular, intercalados con varias capas de fibras elásticas continuas y onduladas ($n \leq 13$). La cantidad de fibras elásticas es mayor hacia la parte interna que hacia la periferia (figura 9). En el perímetro de la túnica media se localiza una membrana elástica externa (más delgada que la membrana elástica interna), que la limita de la túnica adventicia.

La **túnica adventicia** es más delgada que la túnica media. Esta conformada por un estrato interno de haces longitudinales de colágena y uno externo con fibras de colágena circulares. Presenta una red de fibras elásticas segmentadas, más abundantes hacia la túnica media que hacia la periferia del vaso. Los *vasa y nervi vasorum* que se presentan son típicos.

II. Descripción histológica de la arteria braquial.

A. Edad: 1 mes.

a) Coloración: H. E.

En este vaso sanguíneo se presentan las tres túnicas características: túnica íntima (interna), túnica media y túnica adventicia.

La **túnica íntima** es típica y esta formada por un endotelio y un subendotelio.

La **túnica media** está formada por capas de miocitos no estriados intercalados con capas de fibras elásticas.

La **túnica adventicia** es más bien gruesa, con gruesos haces longitudinales de colágena y fibras elásticas fragmentadas (cuyo número es variable).

b) Coloración de Verhoeff, contrastada con Van Gieson.

La **túnica íntima** presenta un endotelio y un subendotelio, inmediatamente debajo del subendotelio se observa claramente una membrana elástica interna prominente.

La **túnica media** está formada por capas de miocitos no estriados, en total hacen un número de hasta 14 estratos de miocitos dispuestos en forma circular, intercalados con varias capas de fibras elásticas continuas y onduladas ($n \leq 6$). Las fibras elásticas son más delgadas que la elástica interna.

La **túnica adventicia** tiene en la parte interna haces longitudinales de colágena que se observan densos y uno externo con fibras de colágena circulares. En la parte interna existen capas de fibras elásticas segmentadas, más abundantes hacia la túnica media que hacia la periferia del vaso.

B. Edad: 6 meses.

a) Coloración: H. E.

La **túnica íntima** es típica, constituida por un endotelio y un subendotelio.

La **túnica media** es relativamente gruesa, con capas de miocitos no estriados y láminas circulares de fibras elásticas, delgadas y con aspecto ondulado característico.

La **túnica adventicia** es gruesa, con fibras colágenas típicas, y presenta una red de fibras elásticas gruesas colocadas entre las primeras.

b) Coloración de Verhoeff, contrastada con Van Gieson.

En la **túnica íntima** (Figura 10) se observó el endotelio y el subendotelio (Figura 11).

La **túnica media** (Figura 10) se observó constituida por varias capas de miocitos no estriados que en total hacen un número de hasta 14 estratos dispuestos en forma circular, intercalados con varias capas de fibras elásticas continuas y onduladas ($n \leq 7$), estas fibras elásticas son más delgadas que la elástica interna. También se observó una red fina de fibras elásticas, de trayecto aleatorio, cerca de la túnica adventicia. Finalmente en este vaso se observó una membrana elástica interna muy gruesa y una membrana elástica externa más delgada, ambas continuas (Figura 11).

La **túnica adventicia** presentó una red de fibras elásticas segmentadas, de trayecto variable y más abundantes y gruesas que las presentes en la túnica media, la red de fibras elásticas segmentadas se observó más numerosa cerca de la túnica media, ya que cerca de la periferia del vaso prácticamente están ausentes. (Figura 12).

C. Edad: 1 año.

a) Coloración: H. E.

La **túnica íntima** presentó un endotelio y un subendotelio de estructura típica.

La **túnica media** presentó capas de miocitos no estriados y fibras elásticas, separando a esta capa de la adventicia, se observó una membrana elástica externa.

La **túnica adventicia** es gruesa, con fibras colágenas que forman dos estratos, uno longitudinal interno y uno circular externo, con una red de fibras elásticas con aspecto fragmentado, más abundantes cerca de la túnica media.

b) Coloración de Verhoeff, contrastada con Van Gieson.

La **túnica íntima** presentó un endotelio y un subendotelio, separados de la túnica media por una membrana elástica interna gruesa. El subendotelio no se observó claramente.

La **túnica media** presentó hasta 16 capas de miocitos no estriados intercalados con varias capas de fibras elásticas ($n \leq 7$), que se observan continuas y onduladas con un grosor medio (menor al de la elástica interna), así como una red fina de fibras elásticas, de trayecto aleatorio, cerca de la túnica adventicia. Delimitando esta capa de la túnica adventicia, se observó una membrana elástica externa, delgada y continua.

La **túnica adventicia** es gruesa y con fibras colágenas que forman dos estratos, uno longitudinal interno y uno circular externo. Presentó una red de fibras elásticas segmentadas, de trayecto variable, más abundantes y gruesas que las presentes en la túnica media, y más numerosas cerca de la túnica media, ya que cerca de la periferia del vaso prácticamente están ausentes.

D. Edad: 2-3 años.

a) Coloración: H. E.

La **túnica íntima** presentó un endotelio y un subendotelio típicos.

La **túnica media** presentó varias capas de miocitos no estriados, intercalados con láminas concéntricas de fibras elásticas.

La **túnica adventicia** se observó un poco más gruesa que la túnica media, con fibras colágenas que forman dos estratos, uno longitudinal interno y uno circular externo.

b) Coloración: Verhoeff, contrastada con Van Gieson.

La **túnica íntima** presentó un endotelio y un subendotelio, que se observaron claramente; la túnica íntima está delimitada por una membrana elástica interna muy gruesa y continua.

La **túnica media** está constituida por hasta 16 capas de miocitos no estriados, intercalados con fibras elásticas ($n \leq 7$), que se observaron delgadas y con aspecto ondulado característico. Separando a esta capa de la adventicia, se localizó una membrana elástica externa, más delgada que la interna y discontinua en algunas zonas.

La **túnica adventicia** se observó un poco más gruesa que la media, con fibras colágenas que forman dos estratos, uno longitudinal interno y uno circular externo, con una red de fibras elásticas relativamente gruesas, de aspecto fragmentado y más abundantes cerca de la túnica media. En algunos cortes se observaron *vasa* y *nervi vasorum*.

E. Edad: 5 años.

a) Coloración: H. E.

La **túnica íntima** presentó un endotelio y un subendotelio típicos.

La **túnica media** presentó capas de miocitos no estriados y fibras elásticas. Separando a esta capa de la adventicia, se localiza una membrana elástica externa, delgada y discontinua.

La **túnica adventicia** es más delgada que la media, con fibras colágenas que forman dos estratos, uno longitudinal interno y uno circular externo.

b) Coloración de Verhoeff, contrastada con Van Gieson.

La **túnica íntima** presentó un endotelio y un subendotelio que se observaron claramente, la túnica íntima se observó delimitada por una membrana elástica interna muy gruesa y continua.

La **túnica media** se observó constituida por hasta 20 capas de miocitos no estriados, intercalados con fibras elásticas ($n \leq 7$), así como una red fina de fibras elásticas, de trayecto aleatorio, cerca de la túnica adventicia.

La **túnica adventicia** presenta dos estratos: un estrato interno y un estrato externo, el estrato interno está constituido mayoritariamente por tejido conectivo colágeno denso irregular (TCCDI). Este estrato interno presenta dos subcapas: una interior, que presenta una red de fibras elásticas segmentadas, de trayecto variable, abundantes y más gruesas aún que las presentes en la túnica media, la otra subcapa, exterior, presenta escasas fibras elásticas. Con relación al estrato externo, está constituido por tejido conectivo colágeno laxo (TCCL) y tejido adiposo; las fibras elásticas prácticamente están ausentes.

III. Descripción histológica de la arteria aorta.

A. Edad: 1 mes.

a) Coloración: H. E.

Este vaso sanguíneo presenta tres tunicas, descritas de dentro hacia fuera: túnica íntima (interna), túnica media y túnica adventicia (Figura 13).

La **túnica íntima** esta compuesta por un endotelio y un subendotelio típicos (Figura 13).

La **túnica media** es muy prominente y presentó capas de miocitos no estriados y láminas concéntricas de fibras elásticas (Figura 13).

La **túnica adventicia** es delgada y presenta haces de colágena transversales y longitudinales (Figura 13).

b) Coloración de Verhoeff, contrastada con Van Gieson.

En este vaso, la **túnica íntima** esta compuesta por un endotelio, debajo del cual se localiza un subendotelio, el cual presenta fibras elásticas longitudinales (corte transversal). La membrana elástica está ausente (Figura 14).

La **túnica media** es muy prominente, rica en fibras elásticas gruesas y delgadas ($n \leq 90$), entre capas irregulares de hasta 115 miocitos asociados con colágena. Las fibras elásticas tienen una distribución variable: cerca de la túnica íntima son más gruesas, a la mitad disminuyen en número y grosor y finalmente, en la parte cercana a la túnica adventicia aumentan un poco su número y grosor. En otros sitios sin embargo, es en la parte central de la túnica media donde las fibras elásticas son mayores en número y grosor (Figura 15 y 16).

La **túnica adventicia** presenta dos capas, la más interna está constituida mayoritariamente por TCCDI y unas fibras elásticas de color negro muy finas que se observan entre los haces gruesos de colágena. La capa más externa está constituida por TCCL y tejido adiposo, en la que no se observan fibras elásticas. También se presentan vasos sanguíneos pequeños (*vasa vasorum*) y nervios (*nervi vasorum*) (Figura 15).

B. Edad: 6 meses.

a) Coloración: H. E.

En este vaso sanguíneo se presentaron las tres tunicas típicas: túnica íntima, túnica media y túnica adventicia.

La **túnica íntima** esta compuesta por un endotelio y un subendotelio típicos.

La **túnica media** es gruesa y presentó capas de miocitos no estriados y fibras elásticas.

La **túnica adventicia** es delgada y presenta haces de colágena transversales y longitudinales (oblicuos).

b) Coloración: Verhoeff, contrastada con Van Gieson.

La **túnica íntima** presentó un endotelio y un subendotelio típicos. Los cuales no se observaron delimitados de la túnica media por una membrana elástica interna.

La **túnica media** es gruesa, rica en fibras elásticas ($n \leq 75$) de grosor variable y con aspecto ondulado característico, se observaron intercaladas a las fibras elásticas, capas de miocitos no estriados (hasta 75 estratos). Es importante indicar que debajo del subendotelio hay escasas fibras musculares y mayor cantidad de tejido conectivo, que después se va incrementando el número de miocitos y fibras elásticas hacia la parte central de la túnica

media. Cerca de la adventicia, el número de miocitos vuelve a disminuir, pero forman haces circulares que se intercalan con el tejido conectivo de la adventicia.

La **túnica adventicia** presentó dos capas, la más interna está constituida mayoritariamente por TCCDI, con fibras colágenas que se observan longitudinales (internas) y circulares (externas) y unas fibras elásticas de color negro muy finas que se observan entre los haces gruesos de colágena; la capa más externa está constituida por TCCL y tejido adiposo en la que no se observan fibras elásticas. En la túnica adventicia también se presentaron vasos sanguíneos pequeños (*vasa vasorum*) y nervios (*nervi vasorum*).

C. Edad: 1 año.

a) Coloración: H. E.

La **túnica íntima** presentó endotelio y subendotelio característicos.

La **túnica media** es gruesa, formada por fibras elásticas circulares y estratos de miocitos no estriados.

La **túnica adventicia** es delgada, constituida por TCCDI, con fibras colágenas dispuestas en haces gruesos de disposición circular. Presenta *vasa* y *nervi vasorum*, así como tejido adiposo asociado.

b) Coloración: Verhoeff, contrastada con Van Gieson.

La **túnica íntima** presentó un endotelio y un subendotelio. No existe una membrana elástica interna, pero en el subendotelio se observan fragmentos de fibras elásticas finas.

La **túnica media** es gruesa, formada por láminas circulares de fibras elásticas ($n \leq 70$) de grosor variable y con aspecto ondulado, las fibras elásticas presentaron intercaladas hasta

70 capas de miocitos no estriados. El número de miocitos y fibras elásticas se incrementa hacia la parte central de la túnica media y disminuye cerca de la adventicia.

La **túnica adventicia** es delgada, con fibras colágenas dispuestas en haces gruesos de disposición circular, entre las fibras de colágena se observan fibras elásticas. También se observó tejido adiposo asociado y elementos del *vasa y nervi vasorum*.

D. Edad: 2 a 3 años.

a) Coloración: H. E.

La **túnica íntima** presenta un endotelio y un subendotelio típicos.

La **túnica media** es gruesa, constituida por fibras elásticas y estratos de miocitos no estriados.

La **túnica adventicia** es relativamente delgada, constituida por TCCDI y tejido adiposo.

b) Coloración: Verhoeff, contrastada con Van Gieson.

La **túnica íntima** presenta un endotelio y un subendotelio. En este último se observan fibras elásticas finas. Una membrana elástica interna que limite a estos elementos con la túnica media está ausente.

La **túnica media** está muy desarrollada y presenta fibras elásticas delgadas y gruesas ($n \leq 90$) dispuestas entre estratos de miocitos no estriados los cuales conforman hasta 90 capas. No se observó una membrana elástica externa que delimite las tunicas media y adventicia.

La **túnica adventicia** presentó dos capas, la capa más interna está formada principalmente por TCCDI, con presencia de algunas fibras elásticas delgadas y discontinuas, la capa

externa esta formada principalmente por TCCL y tejido adiposo; no se observó presencia de fibras elásticas en esta capa. En algunas zonas de la túnica adventicia se observaron *vasa y nervi vasorum*.

E. Edad: 5 o más años.

a) Coloración: H. E.

La **túnica íntima** presenta un endotelio y un subendotelio.

La **túnica media** es gruesa, formada por fibras elásticas intercaladas con capas de miocitos no estriados.

La **túnica adventicia** es relativamente delgada, con fibras colágenas dispuestas en haces gruesos de disposición circular.

b) Coloración: Verhoeff, contrastada con Van Gieson.

La **túnica íntima** presenta un endotelio y un subendotelio con fibras elásticas muy finas de aspecto ondulado y discontinuo. El subendotelio es grueso y rico en fibras de colágena. No se observó una membrana elástica interna.

La **túnica media** es gruesa, rica en fibras elásticas gruesas ($n \leq 90$), dispuestas entre los miocitos que conforman hasta 90 estratos. Entre las fibras gruesas de elastina se observan ramificaciones delgadas que van de una lámina a otra rodeando a los miocitos, estas son más evidentes en la porción media de la túnica.

La **túnica adventicia** presenta dos capas una interna y una externa. La capa más interna esta formada principalmente por TCCDI con presencia de algunas fibras elásticas delgadas y discontinuas, la capa externa esta formada principalmente por TCCL y tejido adiposo, no se observaron fibras elásticas en la capa externa.

IV. Descripción histológica de la vena yugular externa.

A. Edad: 1 mes.

a) Coloración: H. E.

Este vaso sanguíneo presentó las tres túnicas descritas comúnmente en la literatura (Ross y col., 1992; Dellmann, 1993; Fawcett, 1995; Gartner y Hiatt, 2003; Ortiz y Rodríguez, 2004) que de adentro hacia fuera son: túnica íntima (interna), túnica media y túnica adventicia.

La **túnica íntima** está constituida por un endotelio y un subendotelio.

La **túnica media** esta constituida por pocos estratos de miocitos no estriados, entre los cuales se localizan elementos elásticos poco perceptibles, de aspecto puntiforme.

La **túnica adventicia** está formada principalmente por fibras gruesas de colágena.

b) Coloración: Verhoeff, contrastada con Van Gieson.

La **túnica íntima** está constituida por un endotelio, debajo del cual se observó un subendotelio de tejido conectivo colágeno compacto irregular, con fibras elásticas. No se observó una membrana elástica interna bien definida (Figura 17).

La **túnica media** es muy delgada y constituida por hasta 4 estratos de miocitos no estriados, entre los cuales se localizan pocos elementos elásticos fibrosos (Figura 17).

La **túnica adventicia** presenta dos capas, una interna y una externa. La más interna es gruesa y está constituida por TCCDI que presenta fibras gruesas de colágena, entre las fibras colágenas se observan elementos elásticos fibrosos que no conforman láminas, la capa externa es delgada y esta formada por TCCL con pocos elementos del *vasa vasorum* (Figura 17).

B. Edad: 6 meses.

a) Coloración: H. E.

Este vaso sanguíneo presentó las tunicas íntima (interna), media y adventicia.

La **túnica íntima** está constituida por un endotelio y un subendotelio poco desarrollado.

La **túnica media** esta constituida por pocos estratos de miocitos no estriados, entre los cuales se localizan pocos elementos elásticos.

La **túnica adventicia** es abundante y está formada principalmente por fibras gruesas de colágena.

b) Coloración: Verhoeff, contrastada con Van Gieson.

La **túnica íntima** presenta un endotelio y su correspondiente subendotelio que es difícil de apreciar por lo delgado de su estructura (Figura 18).

La **túnica media** es muy delgada, está formada por hasta 4 capas de miocitos no estriados y aparentemente presenta unas pequeñas áreas elásticas filamentosas (Figura 18).

La **túnica adventicia** es muy gruesa, prácticamente forma la estructura principal del vaso y está formada por dos capas, la más interna esta constituida por TCCDI con fibras longitudinales de colágena entre las cuales se observan fibras elásticas discontinuas, la parte externa presenta en algunas zonas un estrato compacto de fibras de colágena dispuestas en forma circular y una zona de TCCL. En algunos cortes fue posible observar *vasa y nervi vasorum*.

C. Edad: 1 año.

a) Coloración: H. E.

La **túnica íntima** está constituida por un endotelio y un subendotelio poco desarrollado.

La **túnica media** esta constituida por pocos estratos de miocitos no estriados, entre los cuales se localizan pocos elementos elásticos.

La **túnica adventicia** es abundante y está formada principalmente por fibras gruesas de colágena.

b) Coloración: Verhoeff, contrastada con Van Gieson.

La **túnica íntima** presenta un endotelio y su correspondiente subendotelio, en el cual se observan fragmentos de fibras elásticas.

La **túnica media** es delgada y está formada por 2-4 capas de miocitos no estriados, intercaladas con cerca de 3-4 capas discontinuas de fibras elásticas.

La **túnica adventicia** es mucho más gruesa (prácticamente forma la estructura principal del vaso) y presenta 2 capas la más interna esta formada por TCCDI con fibras de colágena gruesas que presentan una dirección longitudinal, entre las fibras colágenas es posible observar fibras elásticas gruesas intercaladas en esta capa. La más externa esta formada por TCCL y en algunas zonas presenta un poco de tejido adiposo.

D. Edad: 2 a 3 años.

a) Coloración: H. E.

La **túnica íntima** presenta un endotelio y un subendotelio muy delgado.

La **túnica media** es muy delgada y está formada por miocitos no estriados y fibras colágenas asociadas, así como algunas fibras elásticas.

La **túnica adventicia** es más gruesa y forma la estructura principal del vaso.

b) Coloración: Verhoeff, contrastada con Van Gieson.

La **túnica íntima** presenta un endotelio (Figura 19) y un subendotelio muy delgado en este último se aprecian algunas fibras elásticas muy finas.

La **túnica media** es muy delgada y está formada hasta por 6 capas de miocitos no estriados, con fibras colágenas gruesas intercaladas entre los miocitos, así como algunas fibras elásticas (Figura 19).

La **túnica adventicia** es más gruesa y esta formada por 2 capas, la más interna esta constituida por TCCDI y tiene fibras colágenas con dirección longitudinal, entre las fibras colágenas se observan láminas elásticas discontinuas y algunas fibras elásticas delgadas rodeando a las fibras colágenas. La más externa es más delgada y esta constituida por TCCL. (Figura 20).

E. Edad: 5 ó más años.

a) Coloración: H. E.

La **túnica íntima** presenta un endotelio y un subendotelio.

La **túnica media** es muy delgada y está formada por algunas capas de miocitos no estriados, con fibras colágenas asociadas.

La **túnica adventicia** es más gruesa y forma la estructura principal del vaso.

b) Coloración: Verhoeff, contrastada con Van Gieson.

La **túnica íntima** presenta un endotelio y un subendotelio muy delgado en el cual se observan fibras elásticas muy finas (Figura 21).

La **túnica media** está formada por hasta 10 capas de miocitos no estriados y fibras elásticas (≤ 10), las fibras colágenas no son muy aparentes. (Figura 21).

La **túnica adventicia** es más gruesa y forma la estructura principal del vaso, esta conformada por dos capas, la más interna está constituida por TCCDI con fibras colágenas que tienen dirección longitudinal, entre las fibras colágenas se observan fibras elásticas. La capa externa esta formada por TCCL y en algunas zonas se presenta tejido adiposo, también en algunas zonas se observan *nervi y vasa vasorum*.

V. Descripción histológica de la vena braquial.

A. Edad: 1 mes.

a) Coloración de H. E.

Este vaso sanguíneo presentó las tres tunicas estructurales típicas, que descritas de dentro hacia fuera son: túnica íntima (interna), túnica media y túnica adventicia.

La **túnica íntima** esta formada por un endotelio y un subendotelio poco notorio.

La **túnica media** es muy delgada y está formada por algunas capas de miocitos no estriados, y pocas fibras colágenas asociadas.

La **túnica adventicia** es más gruesa y forma la estructura principal del vaso.

b) Coloración: Verhoeff, contrastada con Van Gieson.

La **túnica íntima** está compuesta por un endotelio, debajo del cual se localiza un subendotelio poco notorio, no se observaron fibras elásticas.

La **túnica media** se presentó formada por hasta 4 capas de miocitos no estriados y algunas fibras de colágena discontinuas, en algunas zonas se observaron fibras elásticas con una dirección aparentemente longitudinal.

La **túnica adventicia** es muy gruesa y forma la estructura principal del vaso, esta conformada por dos capas, la más interna está constituida por TCCDI, con fibras colágenas gruesas que tienen dirección longitudinal; entre las fibras colágenas se observan fibras elásticas longitudinales. La capa externa esta formada por TCCL y en algunas zonas se presenta tejido adiposo, también en algunas zonas se observan *nervi y vasa vasorum*.

B. Edad: 6 meses.

a) Coloración: H. E.

Este vaso sanguíneo presentó las tres tunicas estructurales típicas, que descritas de dentro hacia fuera son: túnica íntima (interna), túnica media y túnica adventicia.

La **túnica íntima** esta formada por un endotelio y un subendotelio poco desarrollado.

La **túnica media** es muy delgada y está formada por algunas capas de miocitos no estriados y pocas fibras colágenas asociadas.

La **túnica adventicia** es más gruesa y forma la estructura principal del vaso.

b) Coloración: Verhoeff, contrastada con Van Gieson.

La **túnica íntima** presenta un endotelio y un subendotelio típicos. No existe una membrana elástica interna.

La **túnica media** es muy delgada formada hasta por 5 capas de miocitos no estriados, se observaron fibras colágenas y fibras elásticas muy delgadas entre los miocitos.

La **túnica adventicia** es muy gruesa y forma la estructura principal del vaso, esta conformada por dos capas, la más interna está constituida por TCDDI con fibras colágenas gruesas que tienen dirección longitudinal, entre las fibras colágenas se observan fibras elásticas longitudinales. La capa externa esta formada por TCCL y en algunas zonas se presenta tejido adiposo, también en algunas zonas se observan elementos de *nervi y vasa vasorum*.

C. Edad: 1 año.

a) Coloración: H. E.

Este vaso sanguíneo presentó las tres tunicas estructurales típicas, que descritas de dentro hacia fuera son: túnica íntima (interna), túnica media y túnica adventicia.

La **túnica íntima** esta formada por un endotelio y un subendotelio poco desarrollado.

La **túnica media** es muy delgada y está formada por algunas capas de miocitos no estriados, y pocas fibras colágenas asociadas.

La **túnica adventicia** es más gruesa y forma la estructura principal del vaso.

b) Coloración: Verhoeff, contrastada con Van Gieson.

La **túnica íntima** presenta un endotelio y un subendotelio típicos. No existe una membrana elástica interna (Figuras 22 y 23).

La **túnica media** es muy delgada formada hasta por 5 capas de miocitos no estriados, con fibras colágenas pequeñas y discontinuas, también se observaron pequeñas fibras elásticas entre los miocitos. No se observa una elástica externa (Figuras 22 y 23).

La **túnica adventicia** es muy gruesa y forma la estructura principal del vaso, esta conformada por dos capas, la más interna está constituida por TCCDI con fibras colágenas gruesas que tienen dirección longitudinal, entre las fibras colágenas se observan fibras elásticas longitudinales. La capa externa esta formada por TCCL y en algunas zonas se presenta tejido adiposo, también en algunas zonas se observan elementos de *nervi y vasa vasorum* (Figura 22 y 23).

D. Edad: 2 a 3 años.

a) Coloración: H. E.

Este vaso sanguíneo presentó las tres tunicas estructurales típicas, que descritas de dentro hacia fuera son: túnica íntima (interna), túnica media y túnica adventicia.

La **túnica íntima** esta formada por un endotelio y un subendotelio poco desarrollado.

La **túnica media** es muy delgada y está formada por algunas capas de miocitos no estriados y pocas fibras colágenas asociadas.

La **túnica adventicia** es más gruesa y forma la estructura principal del vaso.

b) Coloración: Verhoeff, contrastada con Van Gieson.

La **túnica íntima** presenta un endotelio y un subendotelio. No existe una membrana elástica interna.

La **túnica media** es muy delgada formada hasta por 6 capas de miocitos no estriados, se observan fibras colágenas gruesas entre los miocitos, también se observan fibras elásticas pequeñas y discontinuas entre los miocitos. No se observa una elástica externa.

La **túnica adventicia** es muy gruesa y forma la estructura principal del vaso, esta conformada por dos capas, la más interna está constituida por TCCDI con fibras colágenas gruesas que tienen dirección longitudinal, al inicio de esta capa se pueden observar algunos miocitos aislados entre las fibras colágenas. También entre las fibras colágenas se observan fibras elásticas longitudinales. La capa externa esta formada por TCCL y en algunas zonas se presenta tejido adiposo, también en algunas zonas se observan *nervi* y *vasa vasorum*.

E. Edad: 5 años.

a) Coloración: H. E.

Este vaso sanguíneo presentó las tres tunicas estructurales típicas que descritas de dentro hacia fuera son: túnica íntima (interna), túnica media y túnica adventicia.

La **túnica íntima** esta formada por un endotelio y un subendotelio poco desarrollado.

La **túnica media** es muy delgada y está formada por algunas capas de miocitos no estriados, y pocas fibras colágenas asociadas.

La **túnica adventicia** es más gruesa y forma la estructura principal del vaso.

b) Coloración: Verhoeff, contrastada con Van Gieson.

La **túnica íntima** presenta un endotelio y un subendotelio. No existe una membrana elástica interna.

La **túnica media** es muy delgada formada hasta por 6 capas de miocitos no estriados, entre los miocitos se observan fibras colágenas gruesas, también se observan fibras elásticas pequeñas, discontinuas y muy abundantes. No se observa una elástica externa.

La **túnica adventicia** es muy gruesa y forma la estructura principal del vaso, esta conformada por dos capas, la más interna está constituida por TCCDI con fibras colágenas gruesas que tienen dirección longitudinal, al inicio de esta capa se pueden observar algunos miocitos aislados entre las fibras colágenas. También entre las fibras colágenas se observan fibras elásticas longitudinales. La capa externa esta formada por TCCL y en algunas zonas se presenta tejido adiposo, también en algunas zonas se observan elementos de *nervi y vasa vasorum*.

VI. Descripción histológica de la vena cava caudal.

A. Edad: 1 mes.

a) Coloración: H. E.

Este vaso sanguíneo presentó las tres tunicas estructurales típicas: túnica íntima (interna), túnica media y túnica adventicia.

La **túnica íntima** esta formada por un endotelio y un subendotelio poco desarrollado.

La **túnica media** es muy delgada y está formada por algunas capas de miocitos no estriados, y pocas fibras colágenas asociadas.

La **túnica adventicia** es más gruesa y forma la estructura principal del vaso.

b) Coloración de Verhoeff, contrastada con Van Gieson.

La **túnica íntima** presenta un endotelio y un subendotelio. No existe una membrana elástica interna (Figuras 24 y 25).

La **túnica media** es muy delgada formada hasta por 2 capas de miocitos no estriados, entre los miocitos se observan algunas fibras elásticas fragmentadas. No se observa una membrana elástica externa (Figuras 24 y 25).

La **túnica adventicia** es muy gruesa y forma la estructura principal del vaso, esta conformada por dos capas, la capa interna está constituida por TCCDI con fibras colágenas gruesas que tienen dirección longitudinal. También entre las fibras colágenas se observan fibras elásticas longitudinales, las cuales son muy abundantes. La capa externa esta formada también por TCCDI, con fibras colágenas longitudinales y oblicuas. En algunas zonas se observan elementos de *nervi* y *vasa vasorum* (Figura 24).

B. Edad: 6 meses

a) Coloración: H. E.

Este vaso sanguíneo presentó las tres tunicas estructurales típicas: túnica íntima (interna), túnica media y túnica adventicia.

La **túnica íntima** esta formada por un endotelio y un subendotelio poco desarrollado.

La **túnica media** es muy delgada y está formada por algunas capas de miocitos no estriados, y pocas fibras colágenas asociadas.

La **túnica adventicia** es más gruesa y forma la estructura principal del vaso.

b) Coloración: Verhoeff, contrastada con Van Gieson.

La **túnica íntima** presenta un endotelio y un subendotelio. No existe una membrana elástica interna.

La **túnica media** es muy delgada formada hasta por 2 capas de miocitos no estriados, entre los miocitos se observan algunas fibras elásticas fragmentadas. No se observa una elástica externa.

La **túnica adventicia** es muy gruesa y forma la estructura principal del vaso, esta conformada por tres capas, la más interna está constituida por TCCDI con fibras colágenas gruesas que tienen dirección principalmente oblicua, entre las fibras colágenas se pueden observar pocas fibras elásticas fragmentadas. La capa media esta muy desarrollada, esta formada por TCCDI, con fibras colágenas gruesas que presentan dirección circular, entre las fibras colágenas se observa una gran cantidad de fibras elásticas. La capa externa esta formada principalmente por TCCDI (con fibras colágenas longitudinales) y por una

pequeña cantidad de TCCL con fibras dispuestas al azar. En algunas zonas se observan elementos de *nervi y vasa vasorum*.

C. Edad: 1 año.

a) Coloración: H. E.

Este vaso sanguíneo presentó las tres tunicas estructurales típicas: túnica íntima (interna), túnica media y túnica adventicia.

La **túnica íntima** esta formada por un endotelio y un subendotelio poco desarrollado.

La **túnica media** es muy delgada y está formada por algunas capas de miocitos no estriados con pocas fibras colágenas asociadas.

La **túnica adventicia** es más gruesa y forma la estructura principal del vaso.

b) Coloración: Verhoeff, contrastada con Van Gieson.

La **túnica íntima** presenta un endotelio y un subendotelio poco desarrollado. No existe una membrana elástica interna.

La **túnica media** es muy delgada formada hasta por 2 capas de miocitos no estriados, entre los miocitos se observan algunas fibras elásticas fragmentadas. No se observa una membrana elástica externa.

La **túnica adventicia** es muy gruesa y forma la estructura principal del vaso, esta conformada por tres capas, la más interna está constituida por TCDDI con fibras colágenas gruesas que tienen dirección principalmente oblicua, entre las fibras colágenas se observan fibras elásticas, algunas de ellas fragmentadas. La capa media esta muy desarrollada, esta formada por TCDDI, con fibras colágenas gruesas que presentan dirección circular; entre

las fibras colágenas se observa una gran cantidad de fibras elásticas. La capa externa esta formada principalmente por TCCDI con fibras colágenas longitudinales que se observan menos gruesas en comparación con los estratos interno y medio de la adventicia. En algunas zonas se observan *nervi y vasa vasorum*.

D. Edad: 2 a 3 años.

a) Coloración: H.E.

Este vaso sanguíneo presentó las tres tunicas estructurales típicas: túnica íntima (interna), túnica media y túnica adventicia.

La **túnica íntima** esta formada por un endotelio y un subendotelio poco desarrollado.

La **túnica media** es inaparente, sólo se observan escasos miocitos no estriados, aislados debajo del subendotelio.

La **túnica adventicia** es más gruesa y forma la estructura principal del vaso.

b) Coloración: Verhoeff, contrastada con Van Gieson.

La **túnica íntima** presenta un endotelio y un subendotelio poco desarrollado. No existe una membrana elástica interna.

La **túnica media** es muy delgada formada hasta por 7 capas de miocitos no estriados, entre los miocitos se observan fibras elásticas delgadas y discontinuas. No se observa una membrana elástica externa (Figura 26).

La **túnica adventicia** (Figura 26) es muy gruesa y forma la estructura principal del vaso, esta conformada por tres capas, la más interna está constituida por TCCDI con fibras colágenas gruesas que tienen dirección principalmente oblicua, entre las fibras colágenas se

observan fibras elásticas, algunas de ellas fragmentadas. La capa media esta muy desarrollada, esta formada por TCCDI, con fibras colágenas gruesas que presentan dirección circular, entre las fibras colágenas se observa una gran cantidad de fibras elásticas. La capa externa de la adventicia esta formada principalmente por TCCDI con fibras colágenas longitudinales que se observan menos gruesas en comparación con los estratos interno y medio de la adventicia. En la parte más externa se observa TCCL con tejido adiposo y elementos de *nervi y vasa vasorum*.

E. Edad: 5 o más años.

a) Coloración: H. E.

La **túnica íntima** presenta un endotelio y un subendotelio característicos.

La **túnica media** es delgada, formada por miocitos no estriados.

La **túnica adventicia** es muy gruesa y forma la estructura principal del vaso.

b) Coloración: Verhoeff, contrastada con Van Gieson.

La **túnica íntima** presenta un endotelio típico y un subendotelio poco desarrollado. No se observa una membrana elástica interna.

La **túnica media** esta formada hasta por 7 capas de miocitos no estriados, entre los miocitos se observan fibras elásticas, que en algunas zonas son muy abundantes y más gruesas. No se observa una membrana elástica externa (Figura 27).

La **túnica adventicia** es muy gruesa y forma la estructura principal del vaso, esta conformada por tres capas, la más interna está constituida por TCCDI con fibras colágenas gruesas que tienen dirección principalmente oblicua, entre las fibras colágenas se observan fibras elásticas, algunas de ellas fragmentadas (Figura 28). La capa media de la adventicia

esta muy desarrollada, formada por TCCDI, con fibras colágenas gruesas que presentan dirección circular y una gran cantidad de fibras elásticas intercaladas. La capa externa de la adventicia esta formada principalmente por TCCDI con fibras colágenas longitudinales que se observan menos gruesas en comparación con los estratos interno y medio de la adventicia. En la parte más externa se observa TCCL con tejido adiposo y *nervi y vasa vasorum*, en la parte final de la adventicia se presenta una mesotelio que cubre la mayor parte del vaso.

FIGURAS

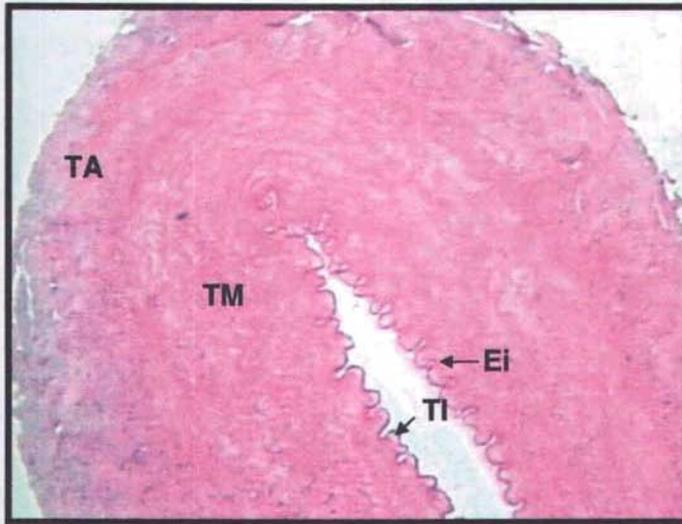


Figura 1. Arteria carótida común (H. E.). Canideo, un mes de edad. En este vaso sanguíneo se observan las tres túnicas características: túnica íntima (TI), túnica media (TM) y túnica adventicia (TA). La membrana elástica (Ei) se aprecia fácilmente. 600 X.

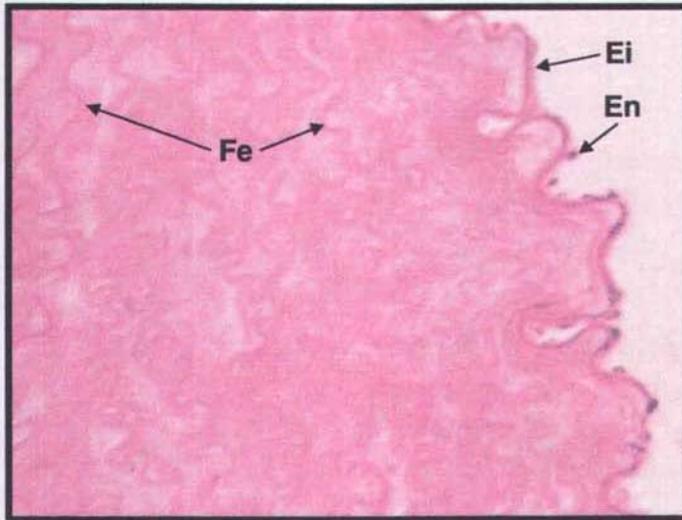


Figura 2. Arteria carótida común (H. E.). Canideo, un mes de edad. En esta imagen se observan elementos estructurales de la túnica íntima. Endotelio (En) y membrana elástica interna (Ei). En la túnica media se observan láminas elásticas birrefringentes (Fe). 2400 X.

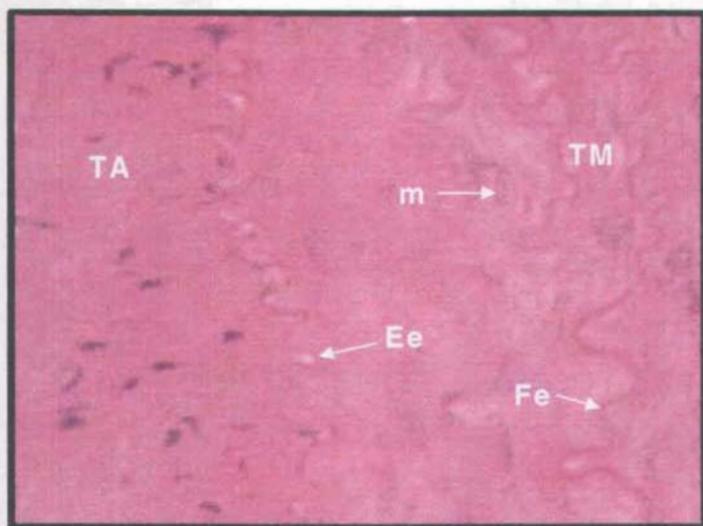


Figura 3. Arteria carótida común (H. E.). Canideo, un mes de edad. Con esta amplificación se observa claramente la membrana elástica externa (Ee) que separa la túnica media (TM) de la túnica adventicia (TA). En la túnica media se aprecian fibras elásticas (Fe) y miocitos no estriados (m). 2400 X.

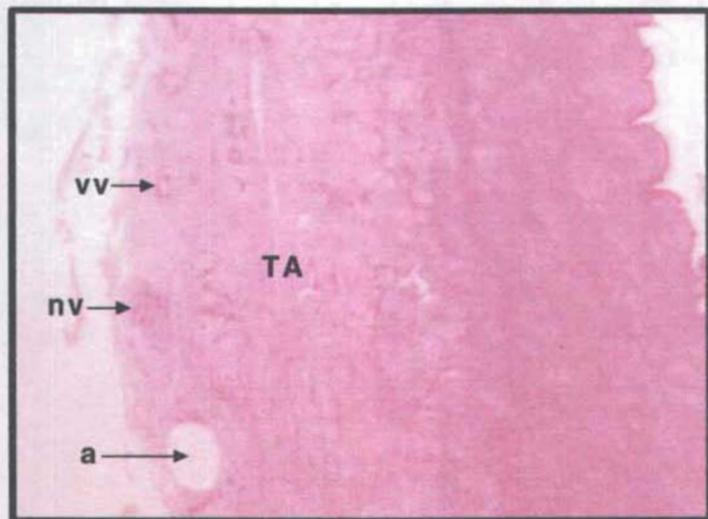


Figura 4. Arteria carótida común (H. E.). Canideo, un mes de edad. En esta imagen son visibles en la túnica adventicia (TA) *vasa vasorum* (vv), *nervi vasorum* (nv) y tejido adiposo (a). 240 X.

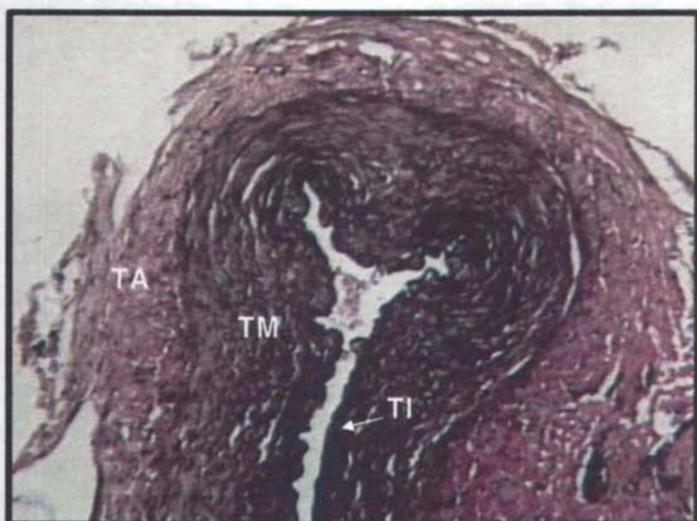


Figura 5. Arteria carótida común (Verhoeff, contrastada con Van Gieson). Canideo, un mes de edad. Con esta técnica, destacan las láminas elásticas de la túnica media (en negro). Se distinguen: túnica íntima (TI), túnica media (TM) y túnica adventicia (TA). 600 X.

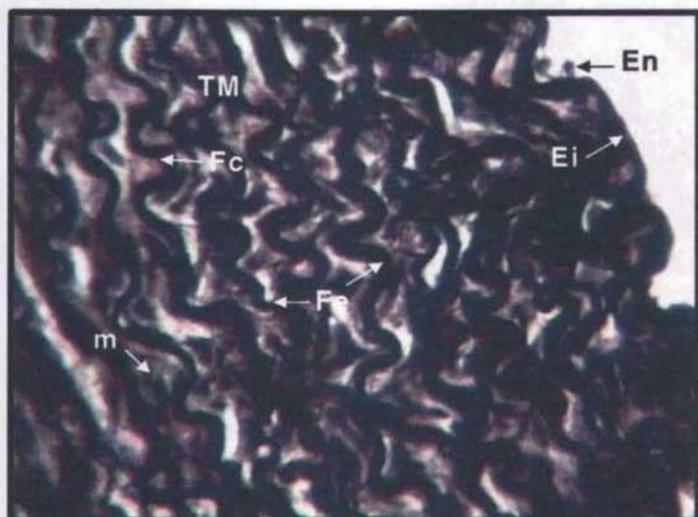


Figura 6. Arteria carótida común (Verhoeff, contrastada con Van Gieson). Canideo, un mes de edad. En este corte se observan con detalle el endotelio (En), la membrana elástica interna (Ei), así como algunos elementos asociados a la túnica media (TM): fibras (láminas) elásticas (Fe), fibras colágenas (Fc) y miocitos no estriados (m). 2400 X.

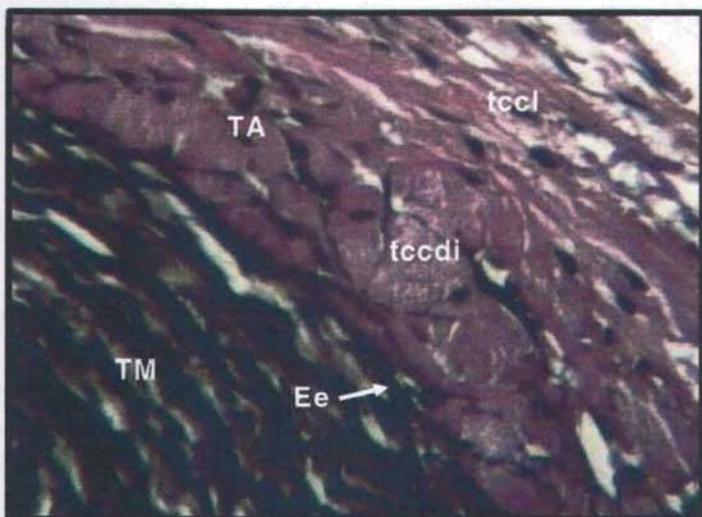


Figura 7. Arteria carótida común (Verhoeff, contrastada con Van Gieson). Canideo, un mes de edad. En esta imagen se distingue el límite entre la túnica media (TM) y la túnica adventicia (TA), marcada por la membrana elástica externa (Ee). En la adventicia, se diferencian dos estratos, uno interno, constituido por tejido conectivo colágeno denso irregular (tccdi) y uno externo, formado por tejido conectivo colágeno laxo (tccl). 2400 X.

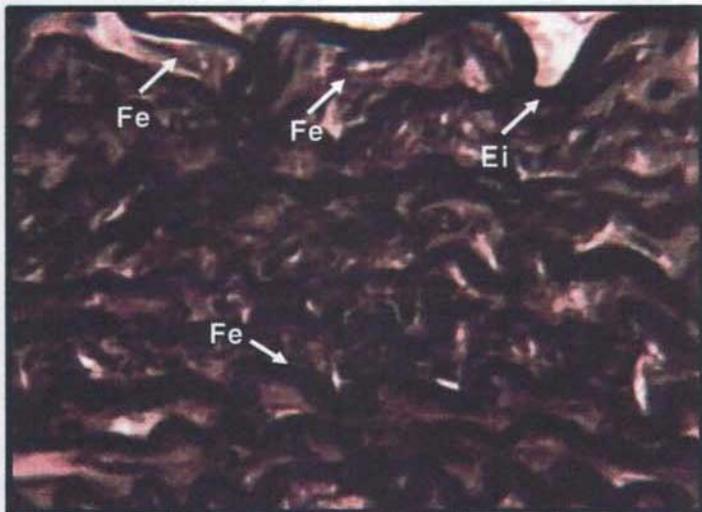


Figura 8. Arteria carótida común (Verhoeff, contrastada con Van Gieson). Canideo, 2 a 3 años de edad. Esta imagen nos permite distinguir fibras elásticas finas (Fe) asociadas al espacio que se localiza debajo de la membrana elástica interna (Ei). 2400 X.

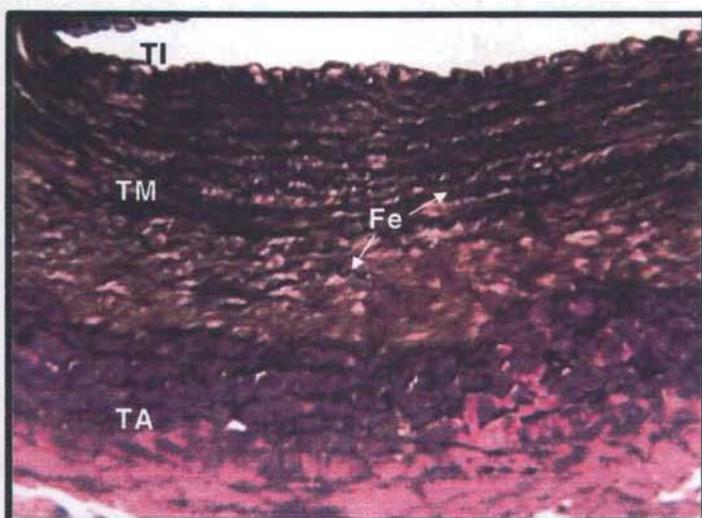


Figura 9. Arteria carótida común (Verhoeff, contrastada con Van Gieson). Canideo, 5 o más años de edad. En este corte es claro que las láminas elásticas (Fe) de la túnica media (TM) están más concentradas hacia la túnica íntima (TI) que hacia la túnica adventicia (TA). 600 X.

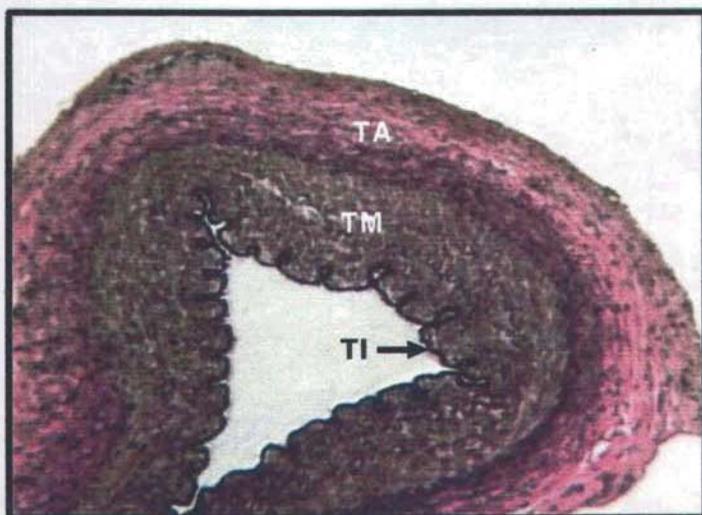


Figura 10. Arteria braquial (Verhoeff, contrastada con Van Gieson). Canideo, 6 meses de edad. Con esta técnica, destacan las láminas elásticas de la túnica media (en negro). Se observan claramente las tres túnicas que conforman a este vaso: túnica íntima (TI), túnica media (TM) y túnica adventicia (TA). 240 X.

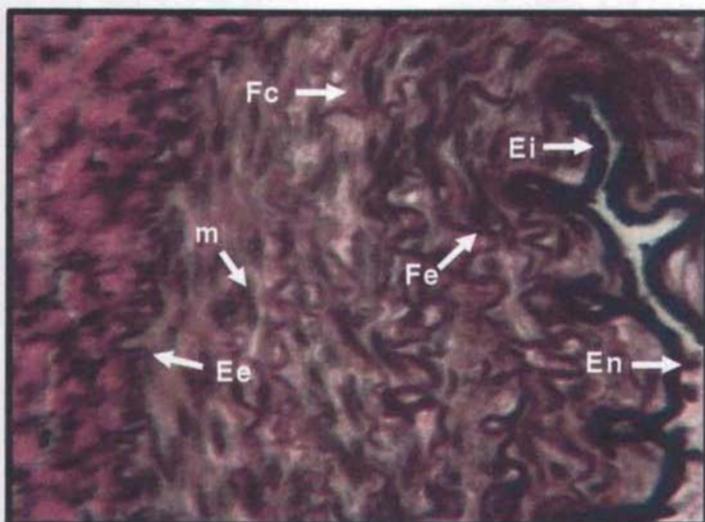


Figura 11. Arteria braquial (Verhoeff, contrastada con Van Gieson). Canideo, 6 meses de edad. En esta ampliación de la figura anterior, se observa lo siguiente: endotelio (En), membrana elástica interna (Ei), fibras (láminas) elásticas (Fe), fibras colágenas (Fc), miocitos no estriados (m) y membrana elástica externa (Ee). 2400 X.

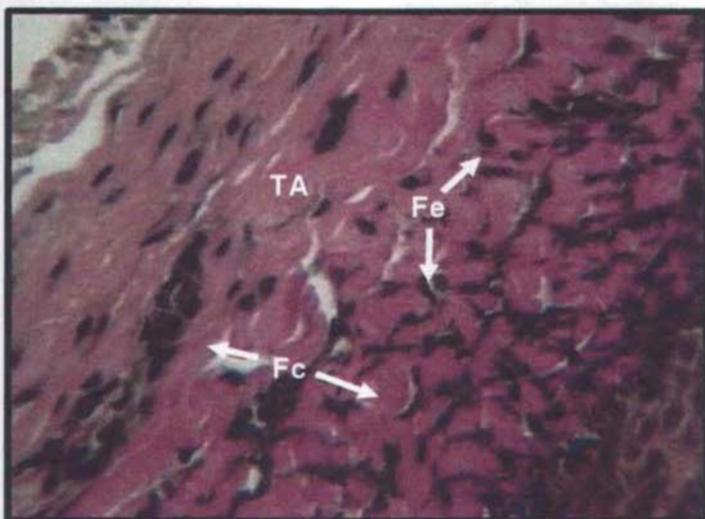


Figura 12. Arteria braquial (Verhoeff, contrastada con Van Gieson). Canideo, 6 meses de edad. En esta imagen se observa la túnica adventicia (TA) con sus dos estratos descritos anteriormente. Destacan las fibras elásticas fragmentadas (Fe) y las fibras colágenas (Fc). 2400 X.

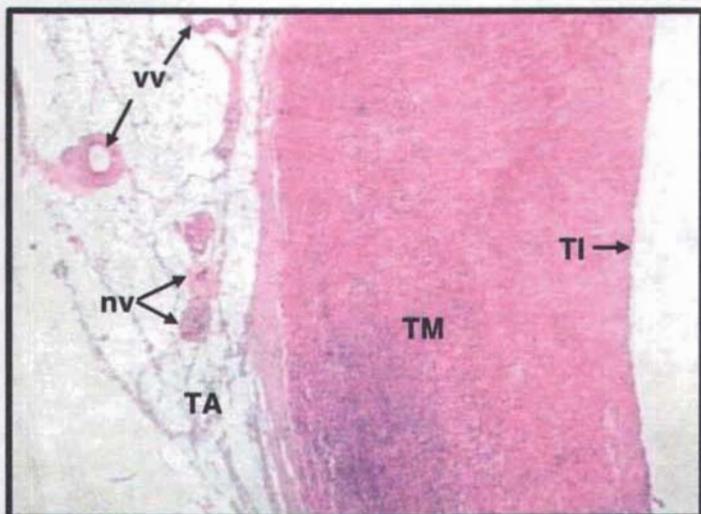


Figura 13. Arteria aorta (H. E.). Canideo, un mes de edad. En esta imagen se diferencian la túnica íntima (TI), túnica media (TM) y la túnica adventicia (TA). En esta última se distinguen vasa vasorum (vv), nervi vasorum (nv) y tejido adiposo (a). 240 X.

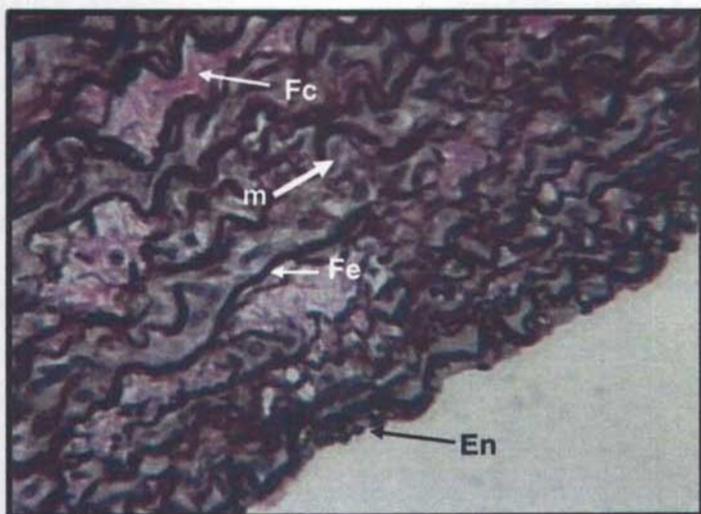


Figura 14. Arteria aorta (Verhoeff, contrastada con Van Gieson). Canideo, un mes de edad. Con este aumento se observa la ausencia de membrana elástica interna. Endotelio (En), fibras colágenas (Fc), fibras (láminas) elásticas (Fe), miocitos no estriados (m). 2400 X.

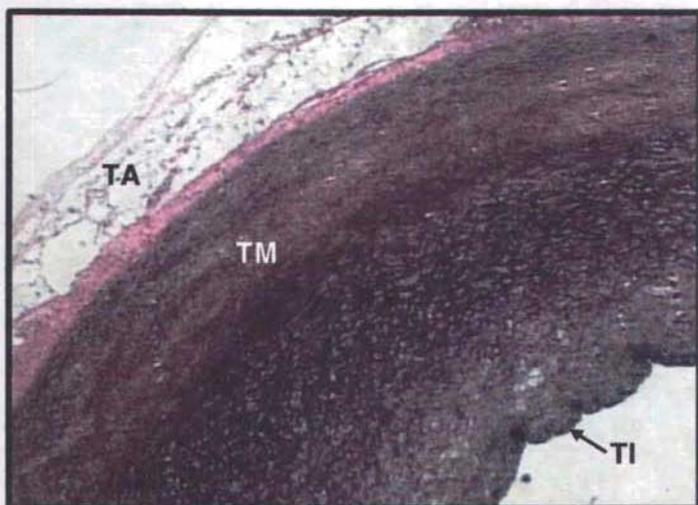


Figura 15. Arteria aorta (Verhoeff, contrastada con Van Gieson). Canideo, un mes de edad. Con esta técnica son notorias las láminas elásticas de la túnica media (en negro). Nótese que su concentración es mayor en la parte intermedia de la túnica media (TM). Se observan también la túnica íntima (TI), túnica media (TM), túnica adventicia (TA). 240 X.

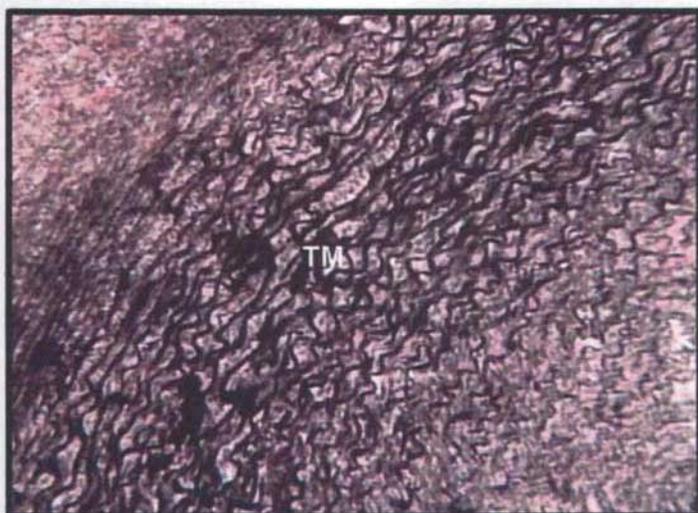


Figura 16. Arteria aorta (Verhoeff, contrastada con Van Gieson). Canideo, un mes de edad. En esta imagen se aprecia la diferencia en grosor y concentración de las láminas elásticas en la túnica media (TM). 600 X.



Figura 17. Vena yugular externa (Verhoeff, contrastada con Van Gieson). Canideo, un mes de edad. En esta imagen se observan la túnica íntima (TI), la túnica media (TM) y la túnica adventicia (TA). En esta última capa se observan vasa vasorum (vv). Nótese la escasa cantidad de fibras elásticas (en negro) en este vaso sanguíneo. 240 X.

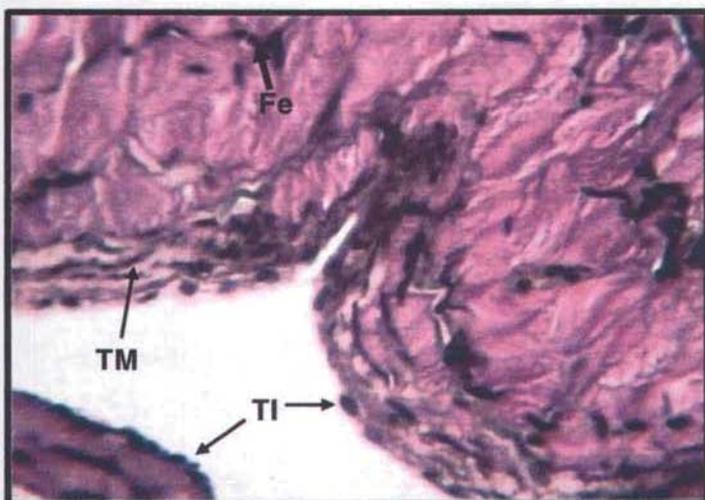


Figura 18. Vena yugular externa (Verhoeff, contrastada con Van Gieson). Canideo, 6 meses de edad. Con este aumento es posible distinguir escasas fibras elásticas (Fe) en la túnica adventicia. Se aprecian las tres túnicas de este vaso: túnica íntima (TI), túnica media (TM), túnica adventicia (TA). 2400 X.

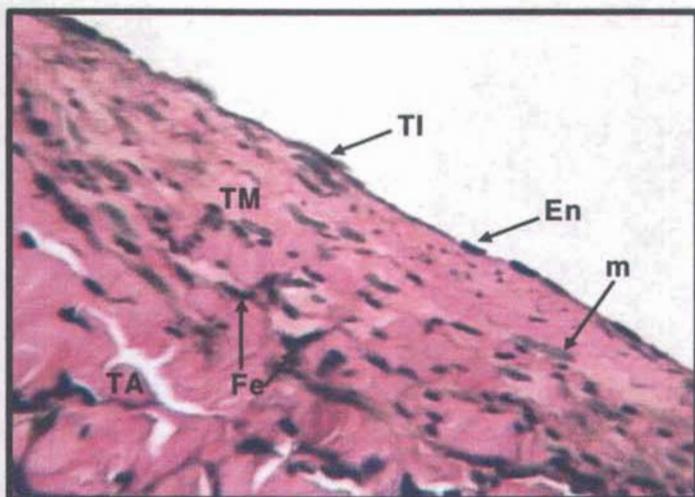


Figura 19. Vena yugular externa (Verhoeff, contrastada con Van Gieson). Canideo, 2 a 3 años de edad. En esta imagen se observa con claridad el endotelio (En) de la túnica íntima (TI), miocitos no estriados (m) en la túnica media (TM) y fibras elásticas (Fe) en la túnica adventicia (TA). 2400 X.

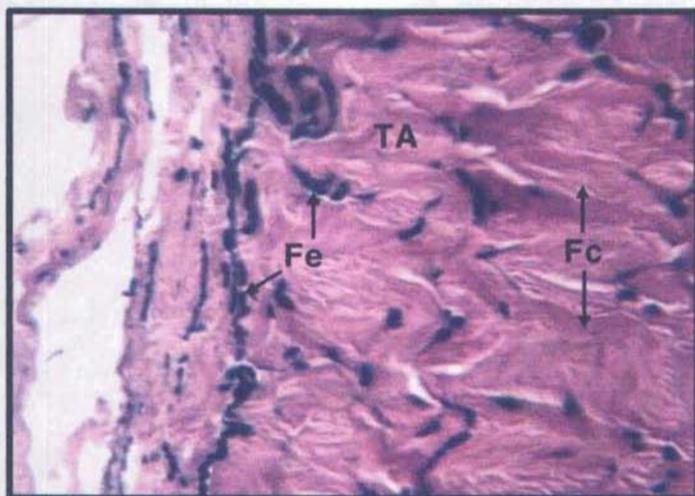


Figura 20. Vena yugular externa (Verhoeff, contrastada con Van Gieson). Canideo, 2 a 3 años de edad. En esta imagen se observa la relación entre las fibras de colágena (Fc) y las fibras elásticas (Fe), a nivel de la túnica adventicia (TA). 2400 X.

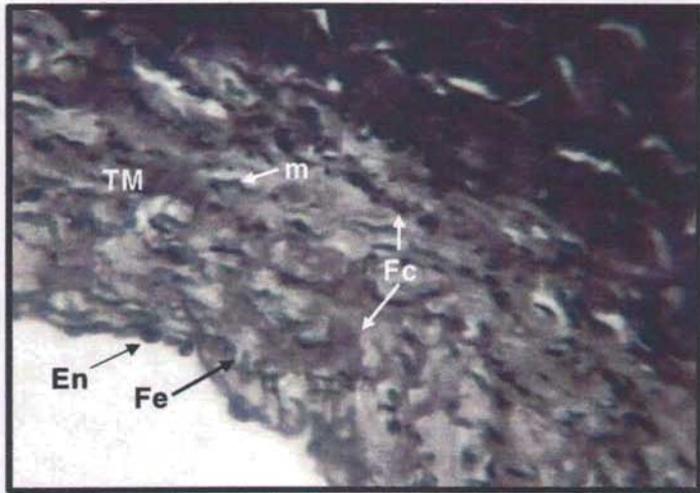


Figura 21. Vena yugular externa (Verhoeff, contrastada con Van Gieson). Canideo, 5 ó más años de edad. En este corte es posible apreciar la presencia de fibras elásticas (Fe) cerca del endotelio (En). Hay una mayor cantidad de fibras elásticas (Fe) asociadas a la túnica media (TM), que se aprecia más gruesa a esta edad, aunque los miocitos (m) y las fibras colágenas (Fc) son aún abundantes. 2400 X.

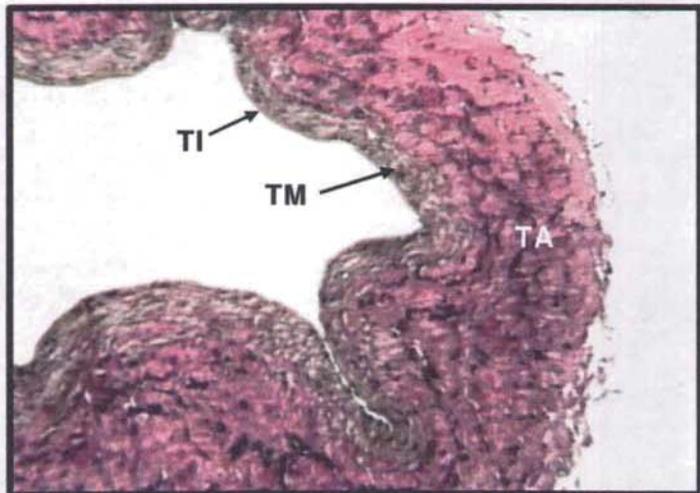


Figura 22. Vena braquiial (Verhoeff, contrastada con Van Gieson). Canideo, un año de edad. En esta imagen se aprecian las tres túnicas del vaso: íntima (TI), media (TM) y adventicia (TA). Las fibras elásticas (en negro) están presentes en cantidad moderada a nivel de la túnica adventicia. 240 X.

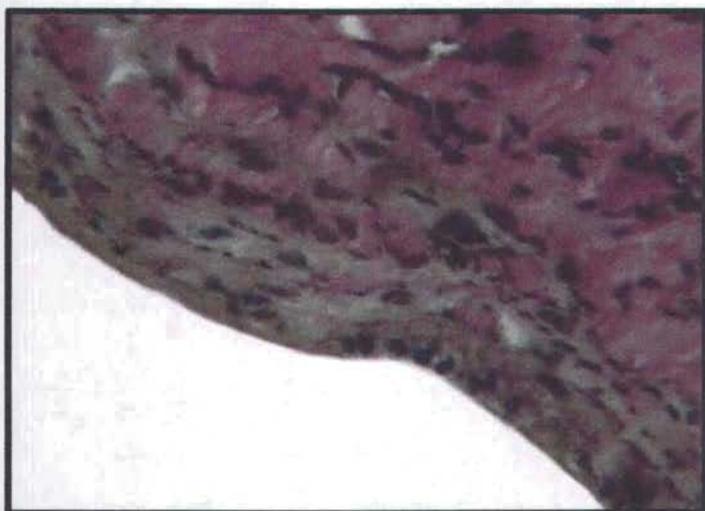


Figura 23. Vena braquial (Verhoeff, contrastada con Van Gieson). Canideo, un año de edad. En esta ampliación de la figura anterior las fibras elásticas (Fe) son fáciles de observar a nivel de la túnica adventicia y en menor cantidad, en la túnica media. 2400 X.

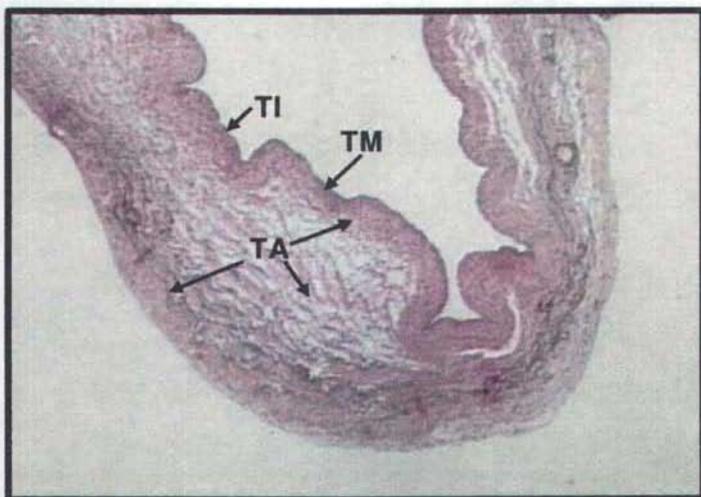


Figura 24. Vena cava caudal (Verhoeff, contrastada con Van Gieson). Canideo, un mes de edad. En esta imagen se observan las tres túnicas del vaso: íntima (TI), media (TM) y adventicia (TA). La elastina (en negro) está presente en cantidad moderada a nivel de la túnica adventicia, especialmente en la parte externa. 240 X.

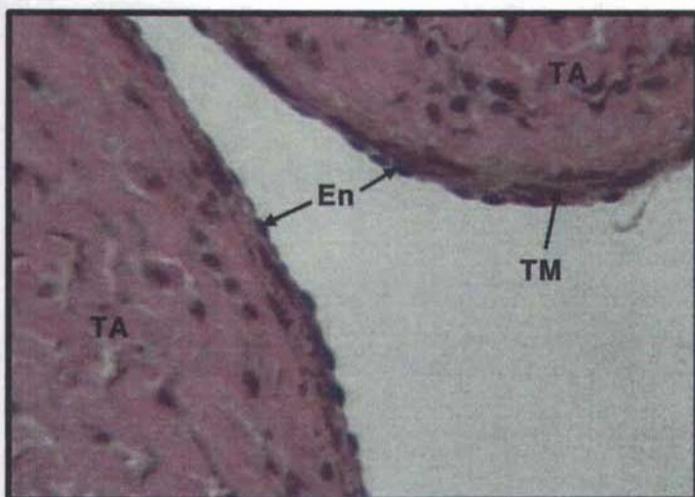


Figura 25. Vena cava caudal (Verhoeff, contrastada con Van Gieson). Canideo, un mes de edad. Con este aumento se observa el endotelio (En), una túnica media (TM) muy delgada y parte de la túnica adventicia (TA). 2400 X.

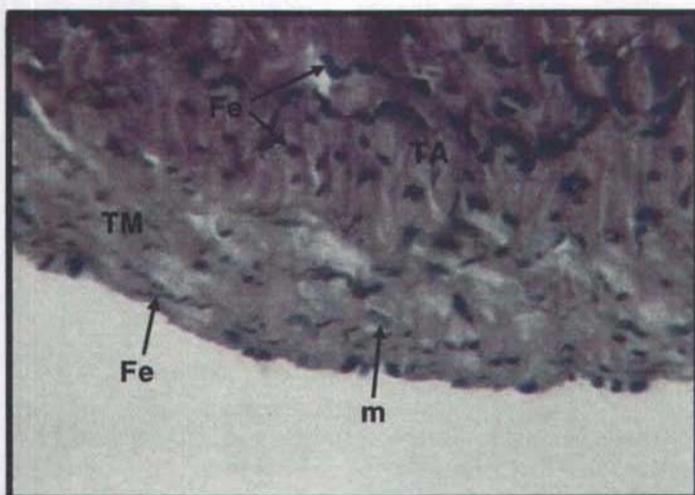


Figura 26. Vena cava caudal (Verhoeff, contrastada con Van Gieson). Canideo, 2 a 3 años de edad. En esta imagen se observa una cantidad moderada de fibras elásticas (Fe) entre los miocitos (m) a nivel de túnica media (TM) y en mayor cantidad en túnica adventicia (TA). 2400 X.

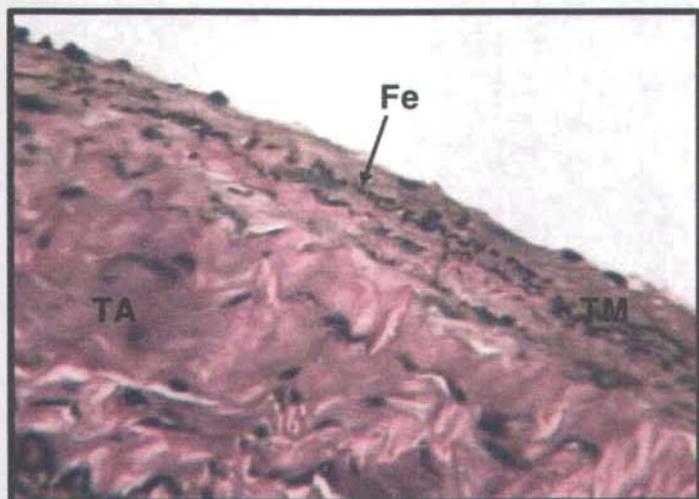


Figura 27. Vena cava caudal (Verhoeff, contrastada con Van Gieson). Canideo, 5 años o más. A esta edad, las fibras elásticas (Fe) que se observan a nivel de túnica media (TM) son de mayor grosor. 2400 X.

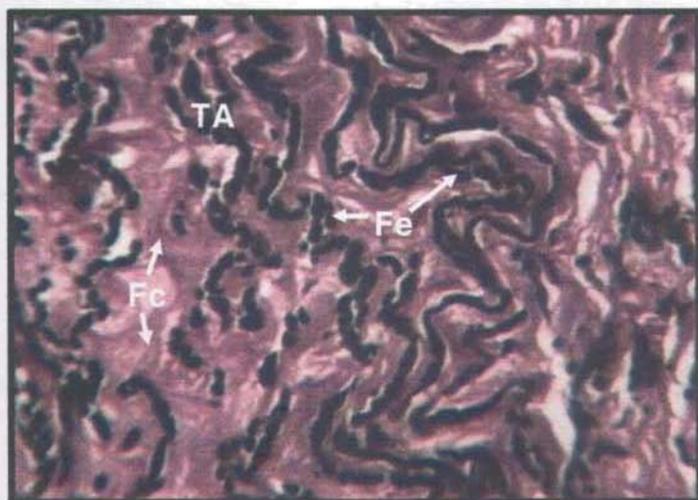


Figura 28. Vena cava caudal (Verhoeff, contrastada con Van Gieson). Canideo, 5 años o más. A esta edad, las fibras elásticas (Fe) a nivel de la capa interna de la túnica adventicia (TA) son abundantes. Las fibras de colágena (Fc) se aprecian de color rosa. 2400 X.

DISCUSIÓN.

Los vasos sanguíneos presentan una estructura histológica característica formada por tres tunicas: íntima, media y adventicia, las cuales sin embargo, varían considerablemente desde el punto de vista estructural entre arterias y venas (Ross y col., 1992; Dellmann, 1993; Fawcett, 1995; Gartner y Hiatt, 2003; Ortiz y Rodríguez, 2004); la literatura comúnmente menciona estas diferencias e inclusive se llegan a mencionar diferencias estructurales entre arterias y venas de diferente calibre. A pesar de esto, pocos son los estudios donde se mencionan diferencias estructurales entre vasos sanguíneos de acuerdo a la edad, particularmente en los animales domésticos (Brissie y col., 1974).

En el presente trabajo, nos enfocamos en encontrar diferencias estructurales entre arterias y venas anatómicamente relacionadas, después en diferentes arterias (carótida común, braquial y aorta) y venas (yugular externa, braquial y cava caudal) dentro de animales con la misma edad y finalmente comparando los mismos vasos sanguíneos pero con animales de diferente edad.

Arterias

Arteria carótida común. Este vaso sanguíneo mostró más capas elásticas y más estratos de miocitos al compararse con su par anatómico que es la vena yugular externa (Cuadros 1 y 2), lo cual concuerda con la literatura (Ross y col., 1992; Dellmann, 1993; Fawcett, 1995; Gartner y Hiatt, 2003; Ortiz y Rodríguez, 2004). Al compararse con otras arterias, mostró más capas elásticas y de miocitos que la arteria braquial y menos capas que la arteria aorta, lo cual también concuerda con la literatura (Ross y col., 1992; Dellmann, 1993; Fawcett, 1995; Junqueira y Carneiro, 2000; Gartner y Hiatt, 2003; Ortiz y Rodríguez, 2004). El punto más interesante para analizar, es el referente a la comparación de arterias carótidas de animales con diferente edad (Cuadro 1): con relación a las capas elásticas, las arterias carótidas comunes de 1 año de edad mostraron un mayor número, seguidas por las de los

canideos de 2 a 3 años, 5 años, 6 meses y 1 mes. En cuanto a las capas musculares, las arterias carótidas de 2 a 3 años mostraron un mayor número de estratos de miocitos, seguido (en mismo número) por las de los animales de 1 año y 5 o más años. Estas cifras desafortunadamente no presentan coincidencia dentro de un mismo tipo de vaso sanguíneo, v.g., la arteria con más capas de elastina no es la misma que tiene un mayor número de miocitos, lo cual no permite sugerir alguna relación entre estos parámetros.

Arteria braquial. Estos vasos sanguíneos mostraron mayor desarrollo de fibras elásticas y de miocitos en comparación con su par anatómico que es la vena braquial (Cuadros 1 y 2). En comparación con las arterias carótida común y aorta, las arterias braquiales siempre mostraron menor desarrollo de fibras elásticas y de miocitos (Cuadro 1), lo cual concuerda con la literatura (Ross y col., 1992; Dellmann, 1993; Fawcett, 1995; Gartner y Hiatt, 2003; Ortiz y Rodríguez, 2004). En la comparación de las arterias braquiales de animales de 6 meses hasta 5 años o más, todos mostraron cantidades similares de fibras elásticas, a diferencia de los animales de 1 mes de edad, que presentaron un número ligeramente menor (Cuadro 1); en cuanto a la capa muscular, la arteria braquial de 5 años mostró un mayor número de miocitos (20 estratos), mientras que en las arterias de los canideos de 1 mes, 6 meses, 1 año y 2 a 3 años, el número de miocitos tiende a ser similar entre ellas (14-16 estratos). Aunque estas diferencias son pequeñas, fueron constantes en las muestras estudiadas y podrían tener alguna interpretación funcional que valdría la pena estudiar más a fondo en trabajos subsecuentes.

Arteria Aorta. Este vaso mostró mayor desarrollo de fibras elásticas y de miocitos en comparación con su par anatómico que es la vena cava caudal; de hecho, de las parejas de vasos estudiados, esta es la que mostró mayores diferencias estructurales (Cuadro 1). En la comparación con las arterias carótidas comunes y braquiales, las arterias aortas siempre presentaron mayor desarrollo elástico, lo cual concordó con la literatura (Ross y col., 1992; Dellmann, 1993; Fawcett, 1995; Gartner y Hiatt, 2003; Ortiz y Rodríguez, 2004). En la comparación de las arterias aortas de animales con diferente edad, las arterias aortas de perros de 1 mes presentaron la misma cantidad de fibras elásticas (90) que las arterias de animales de 2 a 3 años y de 5 o más años, siendo menor el número de fibras elásticas en las arterias de 6 meses y 1 año (Cuadro 1). En cuanto a la capa muscular, las arterias aortas de

1 mes de edad presentaron el mayor número de estratos de miocitos (115), siendo la diferencia muy grande en comparación con las arterias aortas de 6 meses y 1 año (68) (Cuadro 1). Esta fluctuación en el número de miocitos de los vasos citados de acuerdo a la edad, podría corresponder a una reorganización del tejido, donde la capa muscular disminuye el número de células conforme las fibras elásticas aumentan, con base en los requerimientos fisiológicos de las edades citadas. Es claro que para poder determinar esto con precisión se debe hacer un seguimiento histofisiológico a futuro.

Venas.

Vena yugular externa. Este vaso sanguíneo presentó menor desarrollo de fibras elásticas y de músculo liso, en comparación con la arteria carótida común, que es su par anatómico; sin embargo, en la túnica adventicia el desarrollo fue mayor en la vena yugular. Ambos datos concuerdan con la literatura (Ross y col., 1992; Dellmann, 1993; Fawcett, 1995; Gartner y Hiatt, 2003; Ortiz y Rodríguez, 2004). En comparación con las otras venas (braquial y cava caudal), las venas yugulares externas de animales de 1 mes, 6 meses y 1 año, tuvieron más desarrollo en la túnica muscular que las venas cavas caudales y menor desarrollo que las venas braquiales. En las venas yugulares externas de canideos de 2 a 3 años, se presentó igual desarrollo que las venas braquiales y menor desarrollo que las venas cavas caudales. En cuanto a la comparación de fibras elásticas entre venas yugulares, braquiales y cavas caudales, no se encontraron diferencias características, ya que en todos los casos el desarrollo de fibras elásticas es pobre, lo cual concuerda con lo mencionado en la literatura (Ross y col., 1992; Dellmann, 1993; Fawcett, 1995; Gartner y Hiatt, 2003; Ortiz y Rodríguez, 2004). Con relación a la capa muscular, esta siempre tuvo menor grosor que la adventicia y se presentó formada por pocos estratos de miocitos (Cuadro 2). Esta fluctuación en cuanto al desarrollo muscular de los vasos sanguíneos citados podría obedecer a la adaptación fisiológica correspondiente a las edades citadas, pero harán falta más estudios para poder ser concluyentes al respecto.

Vena Braquial. La vena braquial siempre presentó menor desarrollo de fibras elásticas y de músculo liso en comparación con la arteria braquial (par anatómico), sin embargo en la

túnica adventicia el desarrollo fue mayor en la vena braquial, lo cual concuerda con la literatura (Ross y col., 1992; Dellmann, 1993; Fawcett, 1995; Gartner y Hiatt, 2003; Ortiz y Rodríguez, 2004). Por otro lado, al comparar con otras venas (yugular externa y cava caudal), la vena braquial tuvo un desarrollo similar a la vena yugular externa y un desarrollo mayor a la vena caudal. En la comparación entre venas braquiales de diferentes edades, en todos los casos las fibras elásticas fueron poco abundantes, la capa muscular fue delgada (4-6 estratos de miocitos) y la túnica adventicia fue mayor en comparación con la capa muscular (Cuadro 2).

Vena cava caudal. Este vaso sanguíneo presentó menor desarrollo en las fibras elásticas y la túnica muscular, al compararse con su par anatómico (arteria aorta), sin embargo la vena cava caudal siempre presentó más desarrollo en la túnica adventicia, lo cual concuerda con la descripción de la literatura (Ross y col., 1992; Dellmann, 1993; Fawcett, 1995; Gartner y Hiatt, 2003; Ortiz y Rodríguez, 2004). Al comparar la estructura histológica con las venas braquial y yugular externa, la túnica muscular siempre fue menor en las edades de 1 mes, 6 meses y 1 año, sin embargo en las venas cavas caudales de animales de 2 a 3 años y 5 o más años, el número de miocitos fue mayor, con excepción de las venas yugulares externas de canideos de 5 años o más, las cuales presentan más desarrollo en la túnica muscular (Cuadro 2); otra diferencia estructural es a nivel de la túnica adventicia, ya que en el caso de las venas cavas caudales se observan más diferenciados los estratos de tejido conectivo colágeno. Finalmente, al comparar las venas cavas caudales de diferentes edades, se apreció que la estructura de la túnica muscular es muy similar (2 estratos de miocitos) en las venas de 1 mes, 6 meses y 1 año, mientras que en la venas cavas de animales de 2 a 3 años y 5 o más años, el desarrollo de la túnica muscular fue mayor (7 estratos de miocitos), lo cual podría corresponder al desarrollo normal que presenta la capa muscular de las venas, ya que también en las venas braquiales y yugulares de las mismas edades se presentan más estratos de miocitos (Cuadro 2). Al igual que en los casos anteriores, se deberá trabajar en estudios histofisiológicos que hagan factible la explicación funcional de las diferencias estructurales encontradas.

CUADRO 1: Parámetros de comparación entre arterias.

VASO SANGUÍNEO	EDAD DE LOS ANIMALES DONADOS	No. DE CAPAS ELÁSTICAS	No. DE CAPAS DE MIOCITOS	CARACTERÍSTICA ESTRUCTURAL DE LA TUNICA ADVENTICIA
ARTERIA CAROTIDA COMUN	1 MES	9-12	18	Adv. = Media
	6 MESES	12	18-20	Adv. = Media
	1 AÑO	17	23-26	Adv. = Media
	2-3 AÑOS	13	32-36	Adv. = Media
	5 ó MÁS AÑOS	12	26	Adv. = Media
ARTERIA BRAQUIAL	1 MES	4-6	12-14	Adv. = Media
	6 MESES	5-7	13-15	Adv. = Media
	1 AÑO	5-7	14-16	Adv. = Media
	2-3 AÑOS	5-7	15-16	Adv. = Media
	5 ó MÁS AÑOS	5-7	20	Adv. = Media
ARTERIA AORTA	1 MES	90	115	Adv. < Media
	6 MESES	75	68	Adv. < Media
	1 AÑO	70	68	Adv. < Media
	2-3 AÑOS	90	90	Adv. < Media
	5 ó MÁS AÑOS	90	90	Adv. < Media

CUADRO 2. Parámetros de comparación entre venas

VASO SANGUÍNEO	EDAD DE LOS ANIMALES DONADOS	No. DE CAPAS ELÁSTICAS	No. DE CAPAS DE MIOCITOS	CARACTERÍSTICA ESTRUCTURAL DE LA TUNICA ADVENTICIA
VENA YUGULAR EXTERNA	1 MES	Pocos elementos fibrosos	4	Adv. > Media
	6 MESES	Pocos elementos fibrosos	4	Adv. > Media
	1 AÑO	3-4 capas discontinuas	4	Adv. > Media
	2-3 AÑOS	3-4 capas discontinuas	6	Adv. > Media
	5 ó MÁS AÑOS	10	10	Adv. > Media
VENA BRAQUIAL	1 MES	Fibras longitudinales	4	Adv. > Media
	6 MESES	Fibras delgadas	5	Adv. > Media
	1 AÑO	Fibras delgadas	5	Adv. > Media
	2-3 AÑOS	Fibras delgadas y discontinuas	6	Adv. > Media
	5 ó MÁS AÑOS	Fibras delgadas, discontinuas y abundantes	6	Adv. > Media
VENA CAVA CAUDAL	1 MES	Fibras elásticas fragmentadas	2	Adv. > Media
	6 MESES	Fibras elásticas fragmentadas	2	Adv. > Media
	1 AÑO	Fibras elásticas fragmentadas	2	Adv. > Media
	2-3 AÑOS	Fibras delgadas y discontinuas	7	Adv. > Media
	5 ó MÁS AÑOS	Fibras delgadas y discontinuas pero abundantes.	7	Adv. > Media

CONCLUSIONES.

- La estructura histológica característica formada por túnica íntima, media y adventicia se presentó en todos los vasos sanguíneos estudiados, aunque existieron pequeños cambios estructurales.
- La túnica íntima presentó su estructura general en todas las arterias, con excepción de la membrana elástica interna, presente en todas las muestras de arteria carótida común y arteria braquial, mientras que en todas las muestras de arteria aorta estuvo ausente.
- En la arteria carótida común, las muestras de animales con 1 año de edad fueron las que presentaron un mayor número de capas elásticas.
- En la arteria braquial, las muestras de animales con 1 mes de edad presentaron un menor número de capas elásticas; las muestras de las otras edades presentaron el mismo número de capas elásticas.
- En la arteria aorta las muestras de animales con 1 mes de edad, 2 a 3 años y 5 o más años presentaron el mayor número de capas elásticas.

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

- En la arteria carótida común, el mayor número de estratos de miocitos se presentó en animales de 2 a 3 años de edad.
- En la arteria braquial, el mayor número de estratos de miocitos se presentó en animales de 5 o más años de edad.
- En la arteria aorta, el mayor número de estratos de miocitos se presentó en los animales más jóvenes (1 mes de edad).
- En todas las muestras de arteria carótida común y arteria braquial el tamaño de la túnica media fue similar al de la adventicia, mientras que en todas las muestras de arteria aorta la túnica media siempre fue mayor a la adventicia.
- En todas las muestras de vena yugular externa, vena braquial y vena cava caudal, la túnica íntima se presentó con estructura característica, sin una “membrana elástica interna”.
- En todas las muestras de vena yugular externa, vena braquial y vena cava caudal, la túnica media presentó pocas fibras elásticas en comparación con todas las muestras de arterias anatómicamente relacionadas.

- En todas las muestras de vena yugular externa, vena braquial y vena cava caudal, la túnica media presentó menor número de estratos de miocitos en comparación con las arterias anatómicamente relacionadas.
- En todas las muestras de vena yugular externa, vena braquial y vena cava caudal, la túnica media presentó el mayor número de estratos de miocitos en las muestras de animales más viejos (2 a 3 años y 5 o más años de edad).
- En todas las muestras de vena yugular externa, vena braquial y vena cava caudal, la túnica media siempre fue menor en comparación con la túnica adventicia.
- Con la finalidad de determinar la relevancia funcional de los hallazgos descritos, es recomendable realizar estudios de histofisiología complementarios al presente trabajo.

ANEXO 1: Soluciones

(Drury y Wallington, 1967; Luna, 1968; Mallory y col., 1990)

1. Reactivo fijador específico de Bouin

Ácido pícrico saturado	75 %
Formaldehído comercial	25 %
Ácido acético glacial, al momento de colocar las muestras,	5%

2. Hematoxilina de Harris

Cristales de hematoxilina	5.0 g
Sulfato de amonio y/o aluminio y/o potasio	100.0 g
Oxido de mercurio (rojo)	2.5 g
Alcohol al 100 %	50.0 ml
Agua destilada	1000.0 ml

3. Coloración de Verhoeff

Solución stock:

(A) Solución de hematoxilina al 5 % en etanol absoluto.

(Preparar solo lo necesario) 1 g / 20 ml

(B) Solución acuosa de cloruro férrico al 10 % (Preparar solo lo necesario)

(C) Solución de yodo fuerte:

- yodo (cristales)	1 g
- yoduro de potasio	2 g
- agua destilada	100 ml

Solución de trabajo:

Mezclar en este orden:

Solución (A)	20 ml
Solución (B)	8 ml
Solución (C)	8 ml

Solución de diferenciación:

Solución acuosa de cloruro ferrico al 2 %

Solución aclaradora:

Solución de tiosulfato de sodio al 2.5 %

4. Coloración de Van Gieson

Solución stock:

(A) Solución acuosa de fucsina ácida al 1%.

(B) Solución acuosa saturada de ácido pícrico

Solución de trabajo:

Se mezclan las siguientes cantidades:

Solución (A)	5-10 ml
Solución (B)	100 ml

BIBLIOGRAFÍA.

Adams, D. R. (1988) Anatomía canina. 1ª. Ed. Acribia, España.

Alberts, B., Bray, D., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K., Watson, J. (1994) Molecular biology of the cell. 3a. Ed. Garland, E.U.A.

Ayad, S., Boot-Halford, R., Humphries, M., Kadler y Shuttleworth, A. (1994) The extracellular matrix, facts book. Academic Press. E.U.A.

Banks, W. J. (1996) Histología veterinaria aplicada. 2ª Ed. Manual Moderno, México.

Booth, N. Y McDonald, L. (1988) Farmacología y terapéutica veterinaria. Vol. 1. 1ª. Ed. Acribia, España.

Brissie, R., Spicer, S. y Thompson, E. (1974) The variable fine structure of elastin visualize with Verhoeff's iron hematoxilín. Anat. Rec. 181: 83-94.

Buddecke, E. (1983) Elementos de bioquímica. 1ª. Ed. Omega, España.

Cormack, H. (1985) Histología de Ham. 9ª Ed. Harla, México.

Debelle, L. y Tamburro, A.M. (1999) Elastin: molecular description and function. Review. Int. J. Biochem & Cell Biol. 31: 261-272.

Dellmann, H. D. (1993) Histología veterinaria. 2ª Ed. Acribia, España.

Devlin, T. M. (1999) Bioquímica: libro de texto con aplicaciones clínicas. 3ª Ed. Reverté, España.

Drury, R. A., Wallington, E. A. (1967) Carleton's histological technique. 4ª. Ed. Neill. Reino Unido.

Dyce, M., Sack, W. Wensing, C. (1996) Anatomía veterinaria. 2ª. Ed. McGraw-Hill/ Interamericana, México.

Evans, H. E. y Lahunta, A. (1997) Disección del perro. 4ª Ed. McGraw-Hill/ Interamericana, México.

Fawcett, D. W. (1995) Tratado de histología. 12ª Ed. McGraw-Hill/Interamericana, México.

Flores, E. E, Aranzábal M. U. (2002) Tejido conjuntivo, en Atlas de histología de vertebrados. Facultad de Ciencias, UNAM, México.

Gartner, L. P. y Hiatt, J. L. (2002) Texto atlas de histología. 2ª Ed. McGraw-Hill/ Interamericana, México.

Gartner, L. P y Hiatt, J. L. (2003) Atlas color de histología. 3ª Ed. Médica Panamericana, Argentina.

Geneser, F. (2000). Histología sobre bases biomoleculares. 3ª Ed., Editorial Médica Panamericana, España.

Getty, R. (1982) Anatomía de los animales domésticos. T. II. 5ª Ed. Salvat, México.

Greenlee, T., Ross, R. y Hartman, J. L. (1966) The fine structure of elastic fibers. J. Cell Biol. 30: 59-71.

Gurtler, H., Ketz, A., Kolb, E., Schröder, L. y Seidel, H. (1975) Fisiología veterinaria. (Vol 2). 1ª. Ed. Acribia. España.

Guyton, A. y Hall, J. (2001) Manual de fisiología médica. 10ª Ed. McGraw-Hill/ Interamericana, México.

Ichimura T. y Hashimoto, H. P. (1982) Three-dimensional fine structure of elastic fibers in the perivascular space of some circumventricular organs as revealed by high voltage electron microscopy. J. Ultrastructure Res. 81: 172-183.

Junqueira L. y Carneiro J. (2000) Histología básica. 5ª Ed. Salvat, México.

Kostovic-Knezevic, L., Bradamante, Z. y Svajger, A. (1981) Ultrastructure of elastic cartilage in the rat external ear. Cell Tissue Res. 218: 149-60.

Lehninger, L. A. (1995) Bioquímica. 2ª. Ed., Omega, España.

Lesson, T. S., Lesson, C. R. y Paparo, A. A. (1998) Texto atlas de Histología. 6ª Ed. McGraw-Hill / Interamericana, México.

Luna, G. L. (1968) Manual of histologic staining methods of the Armed Forces Institute of Pathology. 3a. Ed. McGraw-Hill, E.U.A.

Mallory, Sheehan y Hrapchak (1990) Verhoeff's elastic stain. En Histotechnology A self-instructional text. ASCP Press. EUA. Citado en la dirección electrónica ccm.ucdavis.edu/bcancerod/52/prcl_elastic.html

Matthews, C. K, y Van Holde, K. (1998) Bioquímica. McGraw-Hill / Interamericana, México.

Maya, M. C. (1996) Estudio histológico comparativo de las fibras elásticas del cartilago epiglótico del canideo (*Canis familiaris*), suino (*Sus scropha*) y ovino (*Ovis ovis*) domésticos. Tesis de licenciatura. FES-Cuautitlán, UNAM.

- Mecham, R. y Davies, E. C. (1994) Elastic fiber structure and assembly. En Extracellular matrix assembly and structure. Yurchenco, P., Birk, D. y Mecham, R. (Eds.) Academic Press, E.U.A.
- Mecham, R. y Heuser, J. (1991) The elastic fiber. En Cell biology of extracellular matrix. Hay, E. (Ed.) 2ª. Ed. Plenum Press, E.U.A.
- Murray K, Mayes P, Granner D, Rodwell V (2001) Bioquímica de Harper. 15ª Ed. Manual Moderno, México.
- Ortiz, A. G., Rodríguez, A. E. (2004) Tratado de histología veterinaria, 1ª. Ed. Masson, España.
- Ross H. M, Reith J. E., y Romrell L. J. (1992) Histología, texto y atlas. 2ª Ed. Médica Panamericana, México.
- Shively M. J. (1993) Anatomía veterinaria, básica, comparativa y clínica. 1ª. Ed. Manual Moderno, México.
- Stevens, A y Lowe, S. J. (1993) Texto y atlas de histología, Mosby-Doyma, España.
- Stryer, L. (1998) Bioquímica, T. I. 3ª Ed. Reverté, España.
- Uría, G. E., Mora, V. C. (1996) Apuntes para el curso teórico-práctico de histología animal. IPN, México.
- Visconti, R. P., Barth, J. L., Keeley, F.W., y Little, C. D. (2003) Codistribution analysis of elastin and related fibrillar proteins in early vertebrate development. Matrix Biol. 22: 109-121.
- WAVA. (1994) Nomina Anatómica Veterinaria. 4a Ed. Cornell University, EUA.

Wheater, P., Burkitt, H. y Daniels, V. (1987) Histología funcional, texto y atlas. 2ª Ed. JIMS, España.