

Anatomía macroscópica de las arterias y venas del timo durante la etapa fetal en la alpaca (*Vicugna pacos*)

Macroscopic anatomy of the thymus arteries and veins the during the foetal stage in the alpaca

Rafael Melgarejo H.^{1,2}, Alexander Chávez R.¹, Miluska Navarrete Z.¹,
Alberto Sato S.¹

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue conocer la anatomía macroscópica arterial y venosa del timo en fetos de alpaca. Se emplearon 10 fetos con edades gestacionales entre 107 y 278 días obtenidos en el Camal Municipal de Huancavelica (Perú), y procesados para realizar la técnica anatómica de repleción vascular. A cada feto se le inyectó en una arteria umbilical canulada una solución acuosa de resina acrílica y tinta china roja, y en una vena umbilical canulada otra solución acuosa de resina acrílica y tinta china azul. Los fetos fueron conservados en formol al 10% mientras la resina se solidifica. Los fetos fueron diseccionados. El timo estaba lobulado y formado por el timo cervical craneal derecho, timo cervical craneal izquierdo, timo cervical caudal, timo intermedio y timo torácico. Las arterias carótidas comunes derecha e izquierda, las arterias tiroideas craneales derecha e izquierda y las arterias tiroideas caudales derecha e izquierda emitieron ramas arteriales hacia los timos cervicales, mientras que el arco aórtico, el tronco braquiocefálico y la arteria subclavia izquierda emitieron ramas arteriales hacia el timo torácico. Las venas

¹ Laboratorio de Anatomía Animal y Fauna Silvestre, Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú

* E-mail: rmelgarejoh1@gmail.com

Recibido: 15 de diciembre de 2022

Aceptado para publicación: 12 de enero de 2023

Publicado: 27 de febrero de 2023

©Los autores. Este artículo es publicado por la Rev Inv Vet Perú de la Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0) [<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>] que permite el uso, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citada de su fuente original

yugulares externas derecha e izquierda emitieron ramas venosas hacia los timos cervicales, y la vena cava craneal y vena costocervical izquierda emitieron ramas venosas hacia el timo torácico. Ningún vaso sanguíneo emitió ramas arteriales y ramas venosas hacia el timo intermedio.

Palabras clave: anatomía macroscópica; timo; feto; alpaca; repleción vascular; ramas arteriales; ramas venosas

ABSTRACT

The aim of this study was to know the macroscopic arterial and venous anatomy of the thymus in alpaca foetuses. Ten foetuses were used with gestational ages between 107 and 278 days obtained in the local slaughterhouse (Huancavelica, Peru), and processed to perform the anatomical technique of vascular filling. An aqueous solution of acrylic resin and red Chinese ink was injected into a cannulated umbilical artery, and another aqueous solution of acrylic resin and blue Chinese ink was injected into a cannulated umbilical vein. The foetuses were preserved in 10% formalin while the resin solidified. The foetuses were dissected. The thymus was lobed and formed by the right cranial cervical thymus, left cranial cervical thymus, caudal cervical thymus, intermediate thymus, and thoracic thymus. The right and left common carotid arteries, the right and left cranial thyroid arteries and the right and left caudal thyroid arteries emitted arterial branches to the cervical thymus, while the aortic arch, brachiocephalic trunk, and left subclavian artery emitted arterial branches to the thoracic thymus. The right and left external jugular veins emitted venous branches to the cervical thymus, and the left cranial vein and the left costocervical vein emitted venous branches into the thoracic thymus. No blood vessels emitted arterial branches and venous branches towards the intermediate thymus.

Key words: macroscopic anatomy; thymus; foetuses; alpaca; vascular repletion; arterial branches; venous branches

INTRODUCCIÓN

El timo es un órgano linfoide primario de gran importancia y funcional en neonatos y animales jóvenes en crecimiento, siendo el primero en formarse durante la etapa embrionaria (Carrasco *et al.*, 2004; Dyce *et al.*, 2012). Este órgano permite el desarrollo de la respuesta inmune, debido a que se encarga de la producción, diferenciación, maduración y liberación de linfocitos T, siendo necesario la inmigración de células madre linfoides (provenientes del saco vitelino, hígado embrionario o médula ósea) a través de las arterias y la emigración de linfocitos T

maduros por las venas (Valentich y Serra, 2008; Tizard, 2013; Junqueira y Carneiro, 2015; Kierszenbaum y Tres, 2015).

El timo de fetos de alpaca presenta los lóbulos cervicales de forma larga y aplanada dispuestos en «Y» distribuyéndose en la región cervical ventral, y el lóbulo torácico de forma piriforme localizándose en el mediastino craneal (Montenegro, 2006). López (1972) describe parte de la anatomía vascular de alpacas adultos, indicando la existencia de una rama arterial tímica, procedente de la arteria torácica interna o del arco aórtico.

Las características del timo y su anatomía vascular arterial de fetos y neonatos de varias especies de mamíferos herbívoros domésticos ha sido descrita (Bombonato *et al.*, 1986; Silva y Bombonato, 1990; Machado *et al.*, 1991, 2001; Silva *et al.*, 2007; Lima *et al.*, 2011; ICVGAN, 2017), pero la anatomía vascular venosa solo está descrita en neonatos (ICVGAN, 2017). Para el correcto estudio tridimensional y visualización macroscópica de los vasos sanguíneos del timo se debe realizar la técnica anatómica de repleción vascular, siendo una técnica que permite la inyección, dentro de los vasos sanguíneos, de diferentes compuestos o mezclas, tales como gelatina, látex, caucho, metil metacrilato o resina acrílica, a los cuales de ser necesario se les adiciona algún colorante (Hildebrand, 1968; Beard *et al.*, 1989; Olivares *et al.*, 2016; Arch *et al.*, 2017).

La realización de un estudio macroscópico para conocer el patrón del sistema vascular del timo en fetos de alpaca, mediante el uso de la técnica anatómica de repleción vascular, permitirá conocer los vasos sanguíneos que emitirán ramas arteriales y ramas venosas. A su vez, estas investigaciones se podrán complementar con estudios microscópicos, lo que permitiría comprender la fisiología del timo de la alpaca.

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar de Estudio y Material Biológico

Las muestras fueron tomadas en el Camal Municipal de Huancavelica, provincia de Huancavelica, Perú, a una altitud de 3660 msnm. Se obtuvieron 10 fetos a partir de alpacas gestantes de descarte beneficiadas para consumo humano. Se determinó el sexo, se midió el largo del cuerpo y la altura a la cruz, se pesó y se midió el diámetro biparietal (DBP) en centímetros con el uso de un calibrador digital de 6" para calcular la edad gestacional en días de cada feto (Cuadro 1), mediante la siguiente ecuación: Edad gestacional = (DBP - 0.11376) x 47.23287, $r = 0.98$, $p < 0.001$ (Gazitua *et al.*, 2001); donde r es coeficiente de regresión y p es significancia. Se consideró feto a aquel que tenga una edad gestacional de 60 días a más (Bravo, 2002).

Los especímenes colectados fueron transportados al Laboratorio de Anatomía Animal de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, en Lima, en un recipiente con geles refrigerantes, para luego ser conservados en una congeladora.

Cuadro 1. Peso, diámetro biparietal (DBP) y edad gestacional de 10 fetos de alpaca (Huancavelica, Perú)

Feto	Peso (kg)	DBP (cm)	Edad gestacional	
			(días)	(meses)
A - 1	0.117	2.381	107.08	3.56
B - 2	0.288	2.559	115.49	3.84
C - 3	0.406	3.060	139.15	4.63
D - 4	2.020	5.000	230.79	7.69
E - 5	2.347	5.122	236.55	7.88
F - 6	2.212	5.212	240.80	8.02
G - 7	3.000	5.357	247.65	8.25
H - 8	3.974	5.584	258.38	8.61
I - 9	3.199	5.814	269.23	8.97
J - 10	3.504	6.004	278.21	9.27

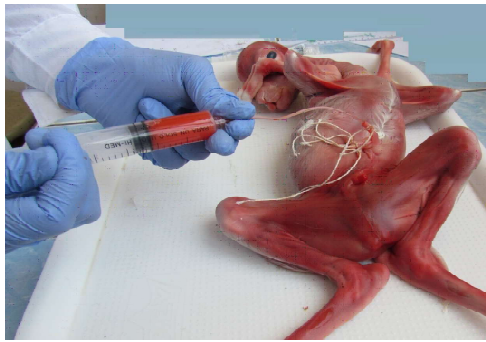


Figura 1. Ejecución de la técnica anatómica de repleción vascular en un feto de alpaca, mediante la inyección de una mezcla compuesta por la combinación de acrílicos y tinta china roja por una arteria umbilical y tinta china azul por una vena umbilical

Los fetos, una vez descongelados, el cordón umbilical fue diseccionado para observar detalladamente las dos arterias y las dos venas umbilicales. Se canuló una de las arterias y una de las venas umbilicales con una sonda uretral de un calibre adecuado para cada una, y se ligó la otra arteria y vena umbilical. Se inyectó dentro de la arteria umbilical agua oxigenada al 3% para eliminar los coágulos de sangre presentes en el sistema vascular

Técnica Anatómica de Repleción Vascular

Se optó por utilizar resina acrílica autocurable, el cual es producto de la mezcla del metilmetacrilato, de composición sólido o en polvo, con un monómero, de composición líquido, siendo un material que se adapta fácilmente a cualquier forma (Cavero y Fernández, 2005), al cual además se le adiciona tinta china roja o tinta china azul.

El volumen total de resina acrílica se calculó teniendo en cuenta que el volumen sanguíneo, en litros, de los camélidos sudamericanos representa entre el 6.5 y 8.6% del peso corporal (kg) (Fowler, 2010). Para el

cálculo del volumen sanguíneo se empleó el 8% del peso corporal (Cuadro 1). Posteriormente, el volumen obtenido es expresado en mililitros (ml) y dividido en partes iguales para representar a los volúmenes sanguíneos arteriales y venosos.

En un vaso de precipitado se preparó una solución acuosa de resina acrílica compuesta por la mezcla de tres partes de acrílico autopolimerizante líquido (monómero) y una parte de acrílico autocurable polvo (metilmetacrilato). Se adicionó una gota de tinta china roja por cada 2 ml de volumen de la mezcla final. Se inyectó la resina acrílica dentro de la arteria umbilical canulada con una jeringa de 60 ml lo más rápido posible (Figura 1) y al final se ligó la arteria. Luego se preparó la misma solución acuosa de resina acrílica y se adicionó tinta china azul en la misma proporción, mezcla que fue inyectada dentro de la vena umbilical canulada y al final se ligó la vena. El feto trabajado se colocó en un recipiente con formol al 10% para su conservación y para esperar la solidificación de la mezcla inyectada.

Disección de las Arterias y Venas

Se colocó al feto en posición de decúbito ventral para su disección. Se incidió la piel desde el inicio del área cervical, a la altura de la faringe, hasta la última esternebra.

Disección del área cervical ventral

Se divulsionó la piel para la posterior resección de las fascias. Los músculos presentes en el área cervical ventral y lateral fueron reseccionados, dejando expuestos el timo cervical con sus arterias y venas. Se revisaron con sumo cuidado las ramas arteriales y ramas venosas procedentes de los diferentes vasos sanguíneos que terminaban en el timo cervical. Estos vasos sanguíneos fueron identificados con el uso de la Nomenclatura Anatómica Veterinaria (ICVGAN, 2017). Se realizó varias tomas fotográficas para su documentación.

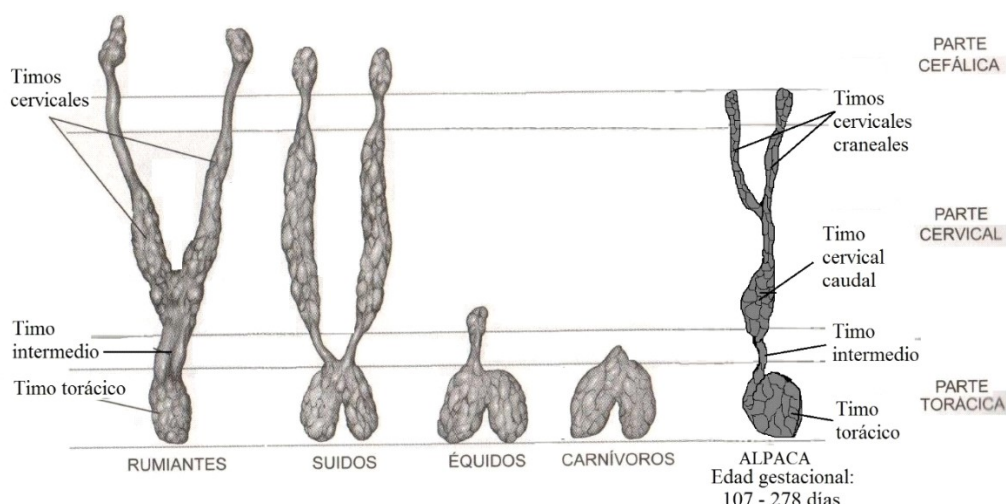


Figura 2. Características y partes del timo en los animales domésticos. Modificado de Climent *et al.* (2013) con la inclusión del timo en fetos de alpaca con edades gestacionales comprendidas entre 107 y 278 días (Melgarejo, 2018). Vista ventral

Disección del área torácica ventral y mediastino craneal

Se divulsionó la piel, las fascias y los músculos presentes en el área esternal. Se cortó las costillas en la unión condrocostal de ambos lados, extrayendo las esterneras. Se expuso el timo torácico y el timo intermedio. Se continuó reseccionando las membranas pleurales que cubrían a los grandes vasos sanguíneos. Se revisó con sumo cuidado las ramas arteriales y ramas venosas procedentes de los diferentes vasos sanguíneos que llegaban a estos dos lóbulos. Se identificó estos vasos sanguíneos con el uso de la Nomenclatura Anatómica Veterinaria (ICVGAN, 2017). Se realizó varias tomas fotográficas para su documentación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las edades gestacionales de los 10 fetos de alpaca estuvieron entre 107 y 278 días. El timo se observó como un órgano grande, lar-

go, de amplia distribución, y conformado por lóbulos. Estos fueron el timo cervical craneal derecho, timo cervical craneal izquierdo, timo cervical caudal, timo intermedio y timo torácico, de características y conformaciones similares a la descrita por Montenegro (2006). La conformación del timo en fetos de alpacas varía con el de fetos y neonatos de bovinos (Bombonato *et al.*, 1986; Climent *et al.*, 2013), fetos de búfalos (Machado *et al.*, 2001), fetos de caprinos (Bombonato *et al.*, 2001), neonatos de suidos (Climent *et al.*, 2013), neonatos de équidos (Climent *et al.*, 2013) y neonatos de carnívoros (Climent *et al.*, 2013) (Figura 2).

En su recorrido, la arteria carótida común derecha emite entre 2 y 4 ramas hacia el timo cervical craneal derecho, y entre 4 y 5 ramas hacia la porción caudal del timo cervical caudal (Figura 3). No se describen ramas arteriales procedentes de la arteria carótida común derecha que lleguen a la porción craneal del timo cervical caudal, debido a que esta porción se ubica a la izquierda del cuello sobre el surco yugular izquierdo. La

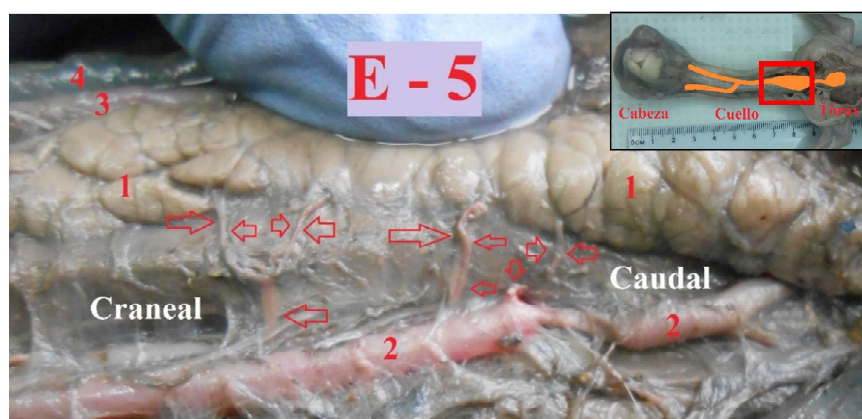


Figura 3. Ramas arteriales timpicas (flechas) procedentes de la arteria carótida común derecha en un feto de alpaca de 236 días de edad gestacional. Vista ventral lateral derecha del cuello. 1: Timo cervical caudal. 2: Arteria carótida común derecha. 3: Arteria carótida común izquierda. 4: Vena yugular externa izquierda

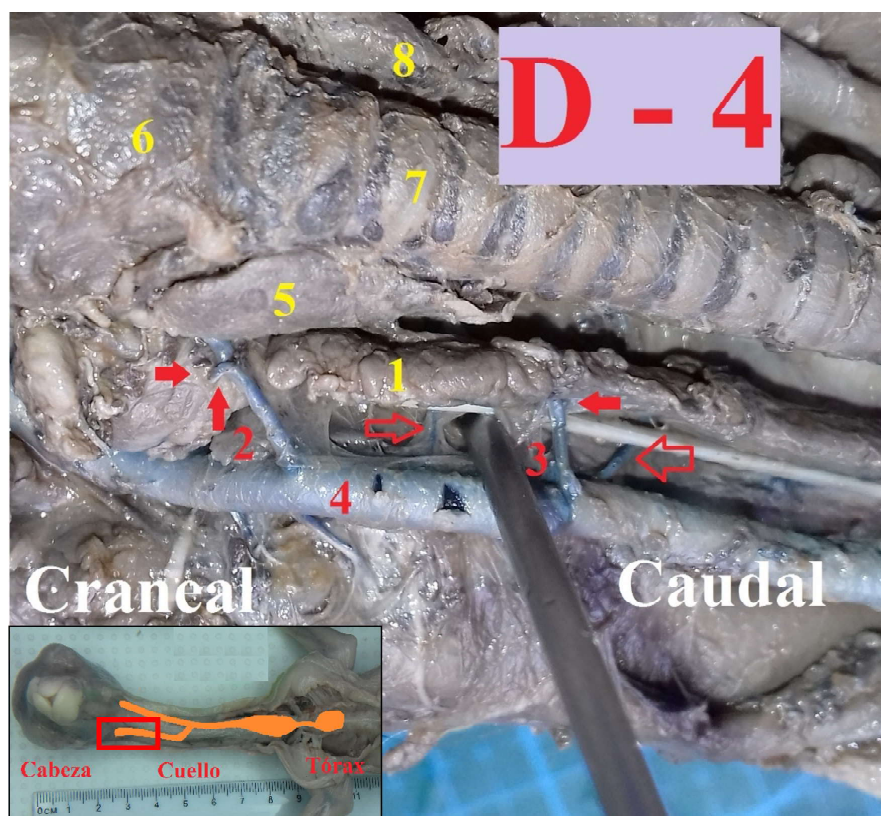


Figura 4. Ramas arteriales timpicas (flechas) procedentes de la arteria tiroidea craneal derecha (2), arteria tiroidea caudal derecha (3) y arteria carótida común derecha (4) en un feto de alpaca de 230 días de edad gestacional. Vista ventral del cuello. 1: Timo cervical craneal derecho. 5: Tiroides derecha. 6: Laringe. 7: Tráquea. 8: Tiroides izquierda

arteria carótida común izquierda emite entre 8 y 15 ramas hacia el timo cervical craneal izquierdo y a todo el timo cervical caudal. Todo esto hace que las arterias carótidas comunes derecha e izquierda sean los principales vasos sanguíneos encargados de la irrigación del timo cervical en toda su extensión. Estos hallazgos son similares a los descritos en fetos y neonatos de bovinos (Bombonato, 1982; Getty, 1982; Bombonato *et al.*, 1986), fetos de búfalos (Machado *et al.*, 2001), fetos y neonatos de caprinos (Getty, 1982; Silva y Bombonato, 1990; Bombonato *et al.*, 2001), y fetos y neonatos de porcinos (Getty, 1982; Silva *et al.*, 2007; García *et al.*, 2012). En neonatos de equinos, Getty (1982) describe muy generalmente que la irrigación es dada por las dos arterias carótidas comunes, pero Machado *et al.* (1991) encontró que era irrigado por la arteria carótida común derecha.

Las arterias tiroideas craneales derecha e izquierda, que nacen de su respectiva arteria carótida común, emiten una rama hacia el timo cervical craneal derecho (Figura 4) e

izquierdo respectivamente. Estos vasos sanguíneos irrigan la porción craneal de los timos cervicales craneales. Los hallazgos son similares a lo descrito en fetos de bovinos (Bombonato, 1982; Bombonato *et al.*, 1986), caprinos (Silva y Bombonato, 1990; Bombonato *et al.*, 2001), y porcinos (Silva *et al.*, 2007).

Las arterias tiroideas caudales derecha e izquierda, que nacen de su respectiva arteria carótida común, emiten una rama hacia el timo cervical craneal derecho (figura 4) e izquierdo respectivamente. Estos vasos sanguíneos irrigan la porción craneal de los timos cervicales craneales. Siendo comparable con lo descrito en fetos de caprinos (Silva y Bombonato, 1990; Bombonato *et al.*, 2001) y porcinos (Silva *et al.*, 2007).

De la superficie ventral del arco aórtico se emiten entre 2 y 3 ramas arteriales hacia la superficie caudal del timo torácico (Figura 5), lo cual es comparable con los resultados obtenidos por López (1972) en alpacas adul-

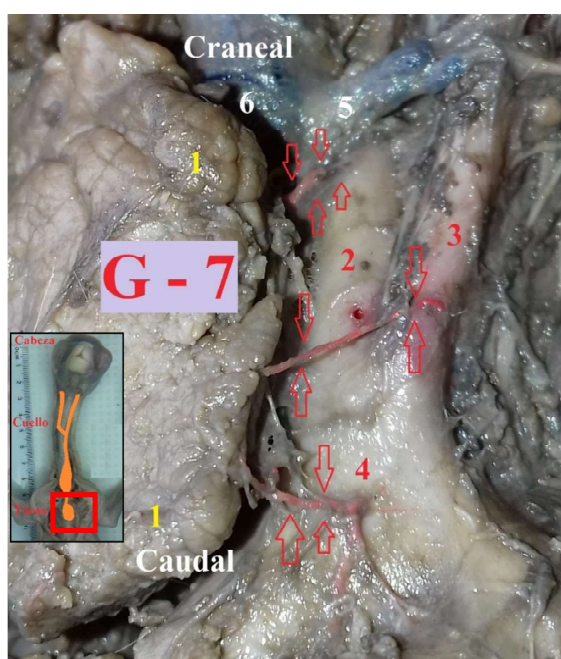


Figura 5. Ramas arteriales tímicas (flechas) procedentes del tronco braquicefálico (2), arteria subclavia izquierda (3) y arco aórtico (4) en un feto de alpaca de 247 días de edad gestacional. Vista ventral de la cavidad torácica craneal. 1: Timo torácico. 5: Vena costocervical izquierda. 6: Vena cava craneal

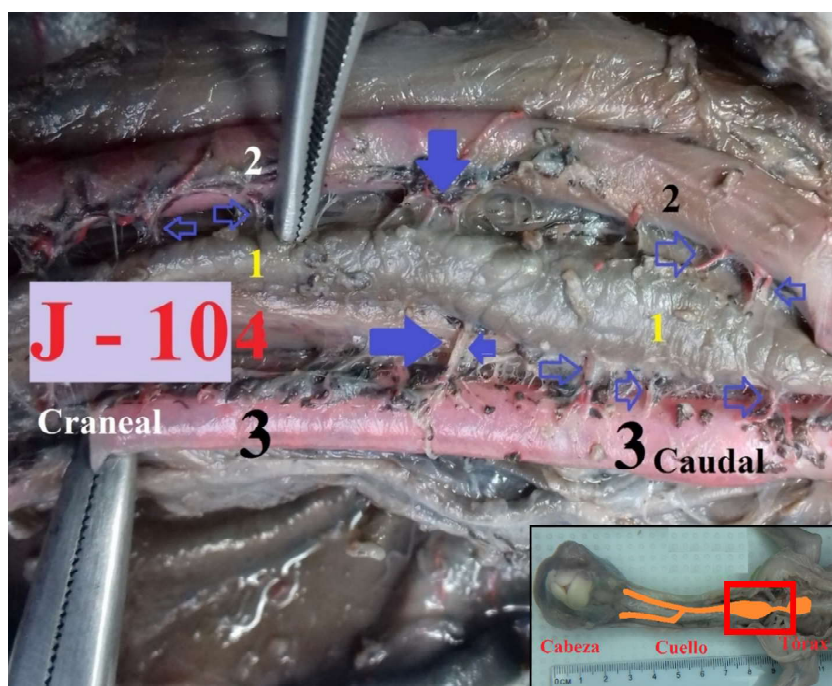


Figura 6. Ramas venosas tímicas (flechas) procedentes de la vena yugular externa izquierda (2) y vena yugular externa derecha (3) en un feto de alpaca de 278 días de edad gestacional. Vista ventral del cuello caudal. 1: Timo cervical caudal. 4: Arteria carótida común derecha

tas, quien describe que se emite una rama tímica desde el arco aórtico. No se describen hallazgos similares en fetos de otros mamíferos herbívoros domésticos.

López (1972) observó que la rama tímica puede provenir también de la arteria torácica interna, lo cual también está descrito en fetos y neonatos bovinos (Schwarze, 1981; Bombonato, 1982; Getty, 1982; Bombonato *et al.*, 1986; Gloobe, 1989; ICVGAN, 2017), búfalos (Machado *et al.*, 2001), fetos de caprinos (Silva y Bombonato, 1990; Bombonato *et al.*, 2001), fetos y neonatos de equinos (Schwarze, 1981; Machado *et al.*, 1991; ICVGAN, 2017) y en fetos y neonatos de porcinos (Drummond *et al.*, 1996, 2000; Silva *et al.*, 1999; Drummond *et al.*, 2000; González *et al.*, 2000; Lima *et al.*, 2011; García *et al.*, 2012; ICVGAN, 2017), pero tales hallazgos no fueron encontrados en el presente estudio.

El tronco braquiocefálico emitió una o dos ramas hacia la superficie dorsal izquierda del timo torácico (Figura 5), siendo similar a lo descrito en fetos de bovinos (Bombonato, 1982; Bombonato *et al.*, 1986), búfalos (Machado *et al.*, 2001), caprinos (Silva y Bombonato, 1990; Bombonato *et al.*, 2001), equinos (Machado *et al.*, 1991) y porcinos (Drummond *et al.*, 1996; Silva *et al.*, 1999; González *et al.*, 2000; Lima *et al.*, 2011).

A partir de la arteria subclavia izquierda, una o dos ramas llegaban al timo torácico (Figura 5), siendo comparable con fetos de caprinos (Silva y Bombonato, 1990), fetos de equinos (Machado *et al.*, 1991) y fetos de porcinos (Silva *et al.*, 1999). Por otro lado, González *et al.* (2000) solo halló en fetos de porcinos que la arteria subclavia derecha emitía ramas hacia el timo, mientras que Drummond *et al.* (1996) y Lima *et al.* (2011)

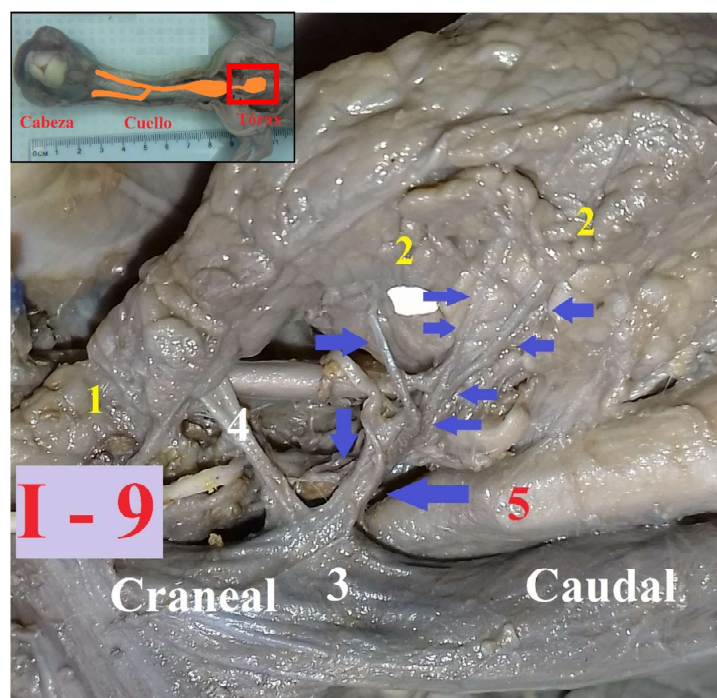


Figura 7. Ramas venosas tímicas (flechas) procedentes de la vena cava craneal (3) en un feto de alpaca de 269 días de edad gestacional. Vista ventral de la cavidad torácica craneal. 1: Timo intermedio. 2: Timo torácico. 4: Vena costocervical izquierda. 5: Tronco braquiocefálico

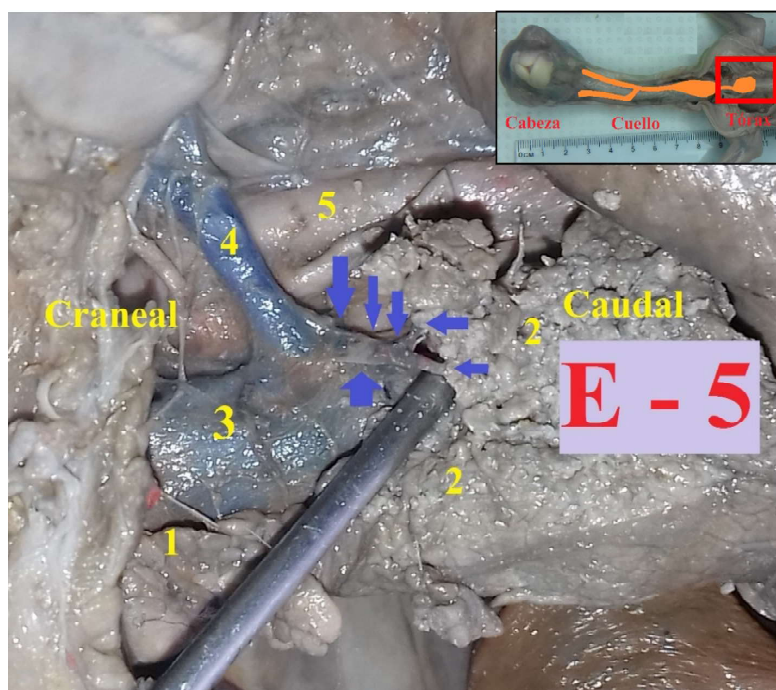


Figura 8. Ramas venosas tímicas (flechas) procedentes de la vena costocervical izquierda (4) en un feto de alpaca de 236 días de edad gestacional. Vista ventral de la cavidad torácica craneal. 1: Timo intermedio. 2: Timo torácico. 3: Vena cava craneal. 5: Arteria subclavia izquierda

encontraron que las dos arterias subclavias irrigaban la porción derecha e izquierda del timo torácico.

La anatomía macroscópica de las venas del timo no ha sido estudiada en fetos de varias especies de mamíferos domésticos, por lo cual el presente estudio proporciona información acerca de la anatomía vascular venosa del timo en fetos de alpacas. Las venas yugulares externas derecha e izquierda, la vena cava craneal, y la vena costocervical izquierda son los vasos sanguíneos que emiten ramas venosas hacia el timo de fetos de alpaca para su respectivo drenaje sanguíneo.

La vena yugular externa derecha emite entre 5 y 7 ramas hacia el timo cervical craneal derecho, y entre 4 y 6 ramas a la porción caudal del timo cervical caudal (Figura 6). La vena yugular externa izquierda emite entre 10 y 15 ramas hacia el timo cervical craneal izquierdo y a la totalidad del timo cervical caudal, datos corroborables con los reportes en neonatos de otros mamíferos domésticos (Schwarze, 1981; Getty, 1982), aunque estos autores no mencionan la rama que emite la vena cava craneal hacia el timo torácico, la cual está presente en alpacas, y esta única rama posteriormente se divide en otras cuatro ramas (Figura 7). Tampoco se menciona en neonatos de mamíferos domésticos sobre la rama que genera la vena costocervical izquierda hacia el timo torácico, la cual está presente en fetos de alpacas y que posteriormente se ramifica en otras dos ramas (Figura 8). No obstante, se encuentran descritas las numerosas ramas que emite la vena torácica interna, pero que según la Nomenclatura Anatómica Veterinaria (ICVGAN, 2017) deben ser denominadas venas tímicas.

Las arterias y venas no emitieron vasos sanguíneos arteriales y venosos hacia el timo intermedio.

Durante el muestreo no se llegó a obtener fetos con edades gestacionales mayores de 279 días, rango de tiempo que está com-

prendido en el último tercio de gestación, periodo de alto crecimiento para todo feto mamífero. En ese periodo, el timo aumentará de tamaño y seguirá su desarrollo durante la etapa neonatal (Tizard, 2013), y con ello, posiblemente, otros vasos sanguíneos emitirán ramas arteriales y ramas venosas hacia el timo. Es así el caso de las ramas arteriales que procederán de la arteria torácica interna (Getty, 1982; Gloobe, 1989; Machado *et al.*, 1991; Drummond *et al.*, 2000; Bombonato *et al.*, 2001; Machado *et al.*, 2001; I.C.V.-G.A.N., 2017) y de las ramas venosas que procederán de la vena torácica interna (I.C.V.G.A.N., 2017).

CONCLUSIONES

En los fetos de alpaca con edades gestacionales comprendidas entre 107 y 278 días se observó lo siguiente:

- El timo se encuentra formado por cinco lóbulos: timo cervical craneal derecho, timo cervical craneal izquierdo, timo cervical caudal, timo intermedio y timo torácico.
- Las arterias carótidas comunes derecha e izquierda emitieron cada una entre 8 y 15 ramas arteriales hacia los timos cervicales craneales derecho e izquierdo y hacia el timo cervical caudal. Además, las arterias tiroideas craneales derecha e izquierda emitieron una rama arterial hacia su respectivo timo cervical craneal, mientras que las arterias tiroideas caudales derecha e izquierda emitieron una rama arterial hacia su respectivo timo cervical craneal.
- Ninguna arteria emitió ramas arteriales hacia el timo intermedio.
- El arco aórtico emitió entre 2 y 3 ramas arteriales hacia el timo torácico. Además, el tronco braquiocefálico emitió 1 o 2 ramas arteriales hacia el mismo lóbulo, y la arteria subclavia emitió entre 1 y 2 ramas arteriales hacia el lóbulo mencionado.

- Las venas yugulares externas derecha e izquierda emitieron cada una entre 10 y 15 ramas venosas hacia los timos cervicales craneales derecho e izquierdo y hacia el timo cervical caudal.
- Ninguna vena emitió ramas venosas hacia el timo intermedio.
- La vena cava craneal emitió una rama venosa hacia el timo torácico, la cual se ramificó en otras cuatro ramas. Además, la vena costocervical izquierda emitió una rama venosa hacia el timo torácico, la cual se ramificó en dos ramas.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Convenio 025 – 2016 – FONDECYT «Círculo de investigación en la morfogénesis de los órganos linfoides e inmunitarios de la alpaca (*Vicugna pacos*)» por el financiamiento del presente trabajo.

LITERATURA CITADA

1. **Arch E, Verduzco A, Paredes M, Contreras M, González M, Rueda E, Ruíz A. 2017.** Vasculatura cerebral en el cobayo *Cavia porcellus*. Redver 18(9). [Internet]. Disponible en: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n090917/091771.pdf>
2. **Beard W, Lohse C, Robertson J. 1989.** Vascular anatomy of descending colon of horse. Vet Surg 18: 130-134. doi: 10.1111/j.1532-950X.1989.tb01056.x
3. **Bombonato P. 1982.** Contribuição ao estudo da vascularização arterial do timo em fetos de bovinos azebuados. Tesis de Maestría. São Paulo: Universidad de São Paulo. 57 p.
4. **Bombonato P, Borelli V, Fernandes A. 1986.** Contribuição ao estudo da vascularização arterial do timo em fetos de bovinos de origem européia (*Bos taurus*). Rev Fac Med Vet Zootec Univ Sao Paulo 23: 31-38.
5. **Bombonato P, Santana M, Silva F, Severino R, Drummond S. 2001.** Irrigação do timo de fetos caprinos da raça Saanen: estudo comparativo. Braz J Vet Res Anim Sci 38: 203-208. doi:10.1590/S1413-95962001000500001
6. **Bravo W. 2002.** The reproductive process of South American camelids. Salt Lake City, USA: Seagull Printing. 100 p.
7. **Carrasco L, Bautista M, Gómez J, Pallarés F, Sánchez J, Seva J. 2004.** Sistema inmunológico y linfóide. En: Tratado de histología veterinaria. Barcelona: Masson. p 212-216.
8. **Cavero F, Fernández V. 2005.** Utilización del acrílico dental (metil metacrilato) como barra estabilizadora-conectora para reducciones cerradas en fracturas de tibia/peroné o radio/cúbito en caninos. Rev Inv Vet Perú 16: 17-23. doi: 10.15381/rivep.v16i1.1523
9. **Climent S, Sarasa M, Latorre R, Muniesa P, Terrado J, Climent M. 2013.** Embriología y anatomía veterinaria. Vo II. Zaragoza: Acribia. 492 p.
10. **Drummond S, Bombonato P, Silva F, Severino R, Santos A, Mariana A. 1996.** Arterial vascularization of the thoracic pars of thymus in pigs. Braz J Vet Res Anim Sci São Paulo 33: 214-219.
11. **Drummond S, Silva F, Severino R, Martins A, Cardoso J, Okuda H, Gonsalves E. 2000.** Irrigation of the thoracic lobe of the thymus gland in swine foetuses and newborns of the Moura race. Vet Notícias 6: 13-17.
12. **Dyce K, Sack W, Wensing C. 2012.** Anatomía veterinaria. 4ª ed. México: El Manual Moderno. 833 p.
13. **Fowler M. 2010.** Medicine and surgery of camelids. 3ª ed. Singapore: Wiley-Blackwell. 98 p.
14. **García P, Silva F, Severino R, Drummond S, Ribeiro B, Mendes E, Silva M. 2012.** Thymus irrigation and morphology in hybrid Dalland and Penarlan pigs. Biotemas 25: 207-213.

15. **Gazitua F, Corradini P, Ferrando G, Raggi L, Parraguez V. 2001.** Prediction of gestational age by ultrasonic fetometry in llamas (*Lama glama*) and alpacas (*Lama pacos*). *Anim Reprod Sci* 66: 81-92. doi: 10.1016/S0378-4320(01)00083-5
16. **Getty R. 1982.** Sisson y Grossman. Anatomía de los animales domésticos. Tomo I y II. 5ª ed. Barcelona: Elsevier Masson. 2302 p.
17. **Gloobe H. 1989.** Anatomía aplicada del bovino. San José: IICA. 226 p.
18. **Gonçalez P, Carneiro F, Severino R, Drummond S, Bombonato P, Machado G. 2000.** Arterial blood supply to the thoracic part of the thymus in swine fetuses of the Pietrain race. *Vet Notícias* 6: 19-24.
19. **Hildebrand M. 1968.** Anatomical preparations. California, USA: University of California Press. 100 p.
20. **[I.C.V.G.A.N.] International Committee on Veterinary Gross Anatomical Nomenclature. 2017.** Nomina Anatomica Veterinaria. 6th ed. Editorial Committee. 160 p.
21. **Junqueira L, Carneiro J. 2015.** Sistema inmunitario y órganos linfáticos. En: *Histología básica. Textos y atlas*. 12ª ed. México: Ed. Médica Panamericana. p 261-266.
22. **Kierszenbaum A, Tres L. 2015.** Sistema inmunitario-linfático. En: *Histología y biología celular: Introducción a la anatomía patológica*. 4ª ed. Barcelona: Elsevier España. p 313-351.
23. **Lima E, Carneiro F, Souto R, Nunes D, Lourenço T, Bombonato P, Oliveira B. et al. 2011.** Artérias dos lobos torácicos do timo em fetos de suínos da linhagem cambridge 22. *Cienc Anim Bras* 12: 687-692. doi: 10.5216/cab.v-12i4.3365
24. **López E. 1972.** Arteria aorta (ascendente, arco aórtico y torácica) y sus colaterales de la alpaca (*Lama pacos*). Tesis de Médico Veterinario. Lima: Univ. Nacional Mayor de San Marcos. 19 p.
25. **Machado G, Peduti J, Silva F, Neves M. 1991.** Sobre a origem e o número dos ramos arteriais destinados ao timo, em fetos de eqüinos S.R.D. *Braz J vet Res Anim Sci* 28: 125-129.
26. **Machado G, Romagnolli P, Gonçalves P, Parizzi A. 2001.** The morphology of the thymus in buffalo fetuses (*Bubalus bubalis*): shape location and arterial supply. *Arch Vet Sci* 6: 25-30. doi: 10.5380/avs.v6i1.3910
27. **Montenegro J. 2006.** Caracterización histológica del timo en fetos de alpaca. Tesis de Médico Veterinario. Lima: Univ. Nacional Mayor de San Marcos. 64 p.
28. **Olivares R, Labra P, Adaro L. 2016.** Técnicas anatómicas y métodos de conservación en anatomía veterinaria. *TecnoVet* 11: 27-31.
29. **Schwarze E. 1981.** Compendio de anatomía veterinaria. Tomo III. Aparato circulatorio y piel. Zaragoza: Acribia. 247 p.
30. **Silva F, Bombonato P. 1990.** Suprimento arterial do timo em fetos de caprinos SRD. *Braz J vet Res anim Sci* 27: 9-16.
31. **Silva F, Machado G, Severino R, Drummond S, Santos A, Bombonato P, Rezende R. 1999.** Suprimento arterial para o lobo torácico do timo em fetos de suínos sem raça definida. *Arq Cinc Saúde Unipar* 3: 3-8.
32. **Silva F, Rafael E, Severino R, Drummond S, Bombonato P. 2007.** Vascularização arterial dos lobos cervicais do timo em fetos de suínos da linhagem C40. *Pesqui Vet Brasil* 27: 246-250.
33. **Tizard I. 2013.** Organs of the immune system. In: *Veterinary immunology*. 9th ed. China: Elsevier. p 113-126.
34. **Valentich M, Serra H. 2008.** El sistema inmunitario. En: *Histología y embriología del ser humano. Bases celulares y moleculares*. 4ª ed. Buenos Aires: Ed Médica Panamericana. p 250-252.