

"Gran desnudo" (Georges Braque)



Año 2025
Vol. XVI
Nº 2

2

- Nota del Editor en Jefe -

- Del lienzo a la piel: Body Painting en anatomía -

- Complejidad anatómica de la arteria carótida interna a nivel intracavitario en caninos: Un estudio morfológico -

- Relación topográfica y organización anatómica de la cauda equina de la llama (llama glama) -

- Comunicación de Marinacci: Estudio anatómo-fisiológico -

- Realidad mixta como complemento en la enseñanza de la anatomía cardíaca: Innovación interactiva con gafas Virtual Reality (VR) -

- Linfocentros del miembro torácico de inspección veterinaria post mortem en ovinos y su analogía en bovinos -

www.revista-anatomia.com.ar



Una publicación de la

asociación argentina de anatomía

Órgano oficial de la Asociación Argentina de Anatomía

REVISTA ARGENTINA DE ANATOMÍA ONLINE

Publicación de la Asociación Argentina de Anatomía

Pres. José Evaristo Uriburu 951 4º piso (Sector Uriburu) C1114AAC - Ciudad Autónoma de Buenos Aires - Argentina / Universidad de Buenos Aires - Facultad de Medicina
E-mail: editor.raa@gmail.com Web site: www.revista-anatomia.com.ar

Fundada en 2010 (Año del Bicentenario de la Revolución de Mayo 1810-2010)

Indizada en el Catálogo de la Biblioteca Nacional de Medicina de EEUU (NLM catalog), Latindex, Index Copernicus, DOAJ Directory of Open Access Journals, Ulrichs Web, Google Scholar, Geneva Foundation for Medical Education and Research, EBSCO Publishing, Medical Journals Links.
ISSN impresa 1853-256X / ISSN online 1852-9348

Comité Editorial

Editor en Jefe

Dr. Marcelo Acuña

III Cátedra de Anatomía, Depto. de Anatomía, Facultad de Medicina, Universidad de Buenos Aires, Argentina

Editor Asociado

Dr. Gonzalo Bonilla

III Cátedra de Anatomía, Depto. de Anatomía, Facultad de Medicina,
Universidad de Buenos Aires, Argentina

Secretario

Lic. Esteban Macchia

Facultad de Medicina, Universidad de Buenos Aires (UBA), Argentina

Editor General, Diseño Gráfico, Diseño Web y Webmaster

D.G. Adrián Pablo Conti

Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo. Universidad de Buenos Aires (UBA), Argentina

Editores Honorarios

Juan C. Barrovecchio. Departamento de Anatomía, Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud, Universidad Abierta Interamericana, Rosario, Argentina; **Arturo M. Gorodner.** II Cátedra de Anatomía, Facultad de Medicina, Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes, Argentina; **Pablo Lafalla.** Depto. de Anatomía, Facultad de Medicina, Universidad de Mendoza, Mendoza, Argentina; **Ricardo J. Losardo.** Escuela de Graduados, Facultad de Medicina, Universidad del Salvador, Buenos Aires, Argentina; **Liliana Macchi.** Depto. de Anatomía, Facultad de Medicina, Universidad de Buenos Aires, Argentina; **Luis Manes.** Cátedra C de Anatomía, Depto. de Anatomía, Facultad de Medicina, Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Argentina; **Vicente Mitidieri.** II Cátedra de Anatomía, Depto. de Anatomía, Facultad de Medicina, Universidad de Buenos Aires, Argentina; **Diana Perriard.** Depto. de Anatomía, Facultad de Medicina, Universidad de Buenos Aires, Argentina; **Luciano A. Poitevin.** Depto. de Anatomía, Facultad de Medicina, Universidad de Buenos Aires, Argentina

Consejo Científico

Carlos D. Medan. II Cátedra de Anatomía (Equipo de Dissección Dr. V. H. Bertone), Facultad de Medicina, Universidad de Buenos Aires, Argentina; **Daniel Baetti.** Director del Museo de Ciencias Morfológicas Dr. Juan Carlos Fajardo, Facultad de Ciencias Médicas, Universidad Nacional de Rosario, Rosario, Prov. Santa Fe, Argentina; **Esteban Blasi.** II Cátedra de Anatomía (Equipo de Dissección Dr. V. H. Bertone), Depto. de Anatomía, Facultad de Medicina, Universidad de Buenos Aires, Argentina; **Álvaro Campero.** Universidad Nacional de Tucumán, Argentina; Emma B.Casanave. Investigador Cat.1 (SPU) e Investigador Independiente CONICET, Argentina; **Inés Castellano.** Depto. de Anatomía, Fundación Barceló, Buenos Aires, Argentina; **Daniel Fernández.** II Cátedra de Anatomía, Depto. de Anatomía, Facultad de Medicina, Universidad de Buenos Aires, Argentina; **Néstor Florenzano.** Instituto de Ciencias Aplicadas Provenzano, Depto. de Anatomía, Facultad de Medicina, Universidad de Buenos Aires, Argentina; **Maximiliano Lo Tartaro.** II Cátedra de Anatomía (Equipo de Dissección Dr. V. H. Bertone), Depto. de Anatomía, Facultad de Medicina, Universidad de Buenos Aires, Argentina; **Roberto Mignaco.** Cátedra de Anatomía, Facultad de Medicina, Universidad Hospital Italiano, Rosario, Prov. Santa Fé, Argentina; **Pablo Rubino.** Instituto de Ciencias Aplicadas Provenzano, Facultad de Medicina, Universidad de Buenos Aires, Argentina; **Roque I. Ruiz.** Vice Director del Museo de Ciencias Morfológicas Dr. Juan Carlos Fajardo, Facultad de Ciencias Médicas, Universidad Nacional de Rosario, Rosario, Prov. Santa Fe, Argentina; **Sergio Shinzato.** II Cátedra de Anatomía (Equipo de Dissección Dr. V. H. Bertone), Depto. de Anatomía, Facultad de Medicina, Universidad de Buenos Aires, Argentina; **Javier Stigliano.** II Cátedra de Anatomía, Depto. de Anatomía, Facultad de Medicina, Universidad de Buenos Aires, Argentina; **Rubén Vilchez Acosta.** II Cátedra de Anatomía (Equipo de Dissección Dr. V. H. Bertone), Depto. de Anatomía, Facultad de Medicina, Universidad de Buenos Aires, Argentina; **Carlos Blanco.** Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Veterinarias. Cátedra de Anatomía, Buenos Aires, Argentina; **Martín Mazzoglio y Nabar.** III Cátedra de Anatomía, Facultad de Medicina, Universidad de Buenos Aires, Argentina; **Silvia Vaccaro.** Universidad Nacional de La Plata, Prov. de Buenos Aires, Argentina; **Fernando Martín Ferraro.** Universidad de Buenos Aires, Argentina; **Tomás Funes.** Universidad de Buenos Aires, Argentina; **Jorge Bustamante.** Universidad Nacional de La Plata, Prov. de Buenos Aires, Argentina

Miembros Consultores Extranjeros

Atilio Aldo Almagia Flores. Docente e Investigador. Instituto de Biología. Facultad de Ciencias. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile; **Gustavo Armand Ugon.** Profesor Adjunto Depto. Anatomía - Facultad de Medicina - UDELAR. Uruguay; **Nelson Arvelo D'Freitas.** Profesor Titular Universidad Central de Venezuela. Departamento de Ciencias Morfológicas. Caracas, Venezuela; **Luis Ernesto Ballesteros Acuña.** Profesor Titular de Anatomía. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, Colombia; **Martha Bernal García.** Profesora Asociada Morfología Humana. Universidad de Boyacá. Boyacá, Colombia; **Octavio Binvignat Gutiérrez.** Profesor de Anatomía. Universidad Autónoma de Chile. Talca, Chile; **Ismael Concha Albornoz.** Anatomía Veterinaria - Universidad Santo Tomás. Anatomía Humana - Universidad de Chile; **Célio Fernando de Souza Rodrigues.** Disciplina Anatomía Descriptiva e Topográfica. UNCISAL - UFAL. Brasil; **Mariano del Sol.** Profesor Titular de Anatomía. Universidad de la Frontera. Temuco, Chile - Editor en Jefe International Journal of Morphology; **Ramón Fuentes Fernández.** Vice Rector Académico. Universidad de la Frontera. Temuco, Chile; **Ricardo Jimenez Mejia.** Rector Ejecutivo - Decano Facultad de Medicina. Fundación Universitaria Autónoma de las Américas. Pereira, Colombia; **Pablo Lizana Arce.** Profesor Asociado e Invest. en Anatomía y Morfología en el Instituto de Biología de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile; **Blás Antonio Medina Ruiz.** Instituto Nacional del Cáncer - Cátedra de Anatomía Descriptiva de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional de Asunción, Paraguay; **Roberto Mejias Stuven.** Profesor Encargado de Anatomía y Neuroanatomía. Universidad Mayor, Temuco, Chile; **Jose Carlos Prates.** Profesor de Anatomía. Facultad de Medicina, Universidad Federal de São Paulo, Brasil; **Nadir Valverde de Prates.** Profesora de Anatomía, Facultad de Medicina, Universidad Federal de São Paulo, Brasil; **José Luis Quirós Alpizar.** Anatomía Patológica, Universidad de Costa Rica, Costa Rica; **Ameed Raof.** Departamento de Ciencias Anatómicas, Facultad de Medicina, Universidad de Michigan, Estados Unidos de América; **Alfonso Rodríguez Baeza.** Universidad Autónoma de Barcelona, Bellaterra, España; **Manuel Lluza.** Universidad de Barcelona, España.

Comisión Directiva de la Asociación Argentina de Anatomía 2025

Presidente: Dr. Arturo Gorodner (UNNE)

Secretario: Dr. Pablo Serpa (UNComa)

Tesorero: Dr. Carlos Medan (UNTREF/UNPAZ)

Vocales Suplentes: Dr. Patricio Andrade (UNLP); Dra. Daniela De Pauli (UNR)

E-mail: anatomiaargentina@gmail.com Web site: www.anatomia-argentina.org.ar

Guía y normas para la publicación de artículos en la Revista Argentina de Anatomía Online

La **Revista Argentina de Anatomía Online** es el órgano de difusión científica de la *Asociación Argentina de Anatomía*.

Su objeto es la divulgación de las Ciencias Morfológicas y, por lo tanto, publica contribuciones originales relacionadas con dichas ciencias y temas relacionados.

La Revista Argentina de Anatomía Online publica el texto completo de los artículos en su sitio web <https://www.revista-anatomia.com.ar>, y se encuentra indexada en el Catálogo Latindex, entre otros.

Proceso de revisión por pares

La **Revista Argentina de Anatomía Online** utiliza una revisión doble para la aprobación de los artículos a publicar.

El editor realiza la primera valoración de los manuscritos para comprobar que cumplen con los objetivos de la revista y sus reglamentaciones.

En el caso de superar la primera valoración, continúa una segunda que evalúa la calidad científica del manuscrito. En esta participan dos revisores independientes y expertos en el tema, como mínimo, y posteriormente estos recomiendan la aceptación, revisión o rechazo del manuscrito.

La decisión final, considerando las opiniones del Comité de Expertos, es llevada a cabo por el Editor en Jefe de la Revista.

Categorías de Artículos

La **Revista Argentina de Anatomía Online** consta de las siguientes secciones básicas:

1. Editorial
2. Original (*)
3. Revisiones (**)
4. Reporte de caso (***)
5. Reseñas y/o biografías (****)
6. Cartas al Editor (*****)

Nota: Recomendamos leer atentamente las "Características generales para contenidos del manuscrito" que se desarrollan más adelante, y observar las especificaciones particulares en la sección "Desarrollo del manuscrito" para los tipos de categorías indicadas con asteriscos () en la lista anterior.*

Las secciones 2 a 4 se pueden subdividir en distintas áreas de interés, aunque entre sí no son excluyentes:

- Historia de la Anatomía
- Aparato Locomotor
- Esplacnología
- Neuroanatomía
- Anatomía Imagenológica
- Aplicación de la Anatomía
- Variaciones Anatómicas
- Técnicas Anatómicas
- Educación y Pedagogía en Anatomía

Los autores deben sugerir en el manuscrito la sección que consideren más apropiada para valorar su publicación, aunque será el Comité Editorial quien determine la opción más adecuada.

Presentación de los manuscritos

Los trabajos deben ser inéditos y no haberse enviado simultáneamente a otras revistas ni estar aceptados para su publicación.

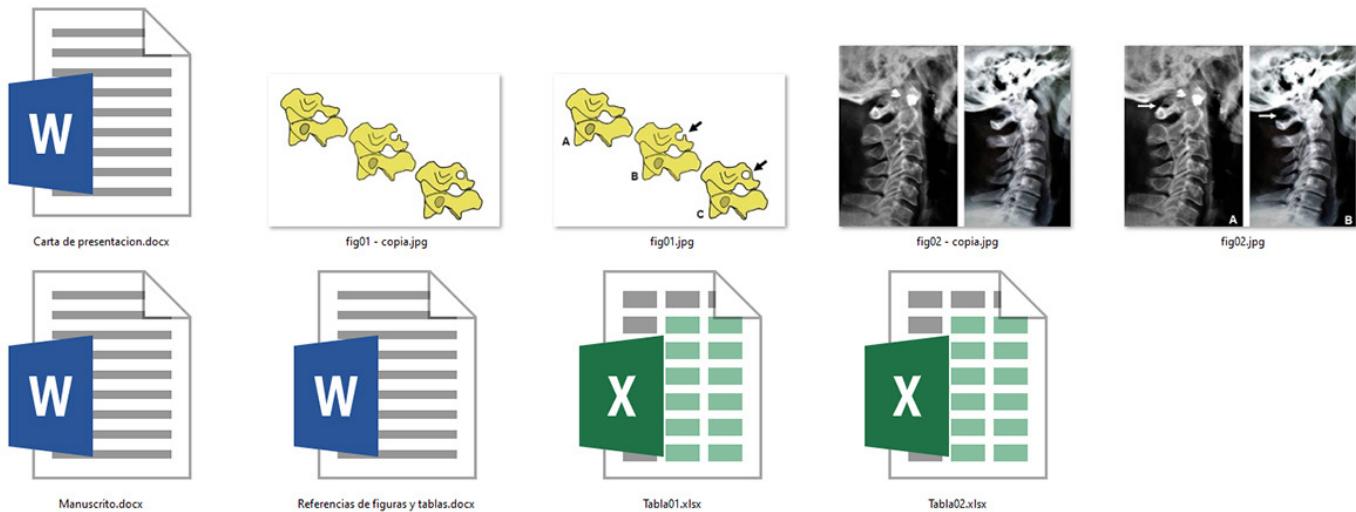
En el caso de que se hayan publicado de forma parcial, por ejemplo, como resumen, deberá indicarse en el manuscrito.

Nota: Para la redacción de los trabajos, los autores pueden utilizar como guía "Recommendations for the Conduct, Reporting, Editing, and Publication of Scholarly Work in Medical Journals, updated Dec 2019" <http://www.icmje.org> elaborados por el Grupo de Vancouver.

Características generales para contenidos del manuscrito

Los trabajos deben enviarse organizados en archivos independientes separados de la siguiente manera:

- Manuscrito (**.doc**)
- Tablas (**.xls**)
- Imágenes (**.jpg**)
- Textos de Referencias de Imágenes y Tablas (**.doc**)
- Carta de presentación (**.doc**)



Manuscrito

En un archivo en **MS Word**, sin incluir imágenes ni tablas insertadas en el documento.

Sólo se indicará a modo de sugerencia entre paréntesis como (**Tabla I o Fig. 1**) según corresponda.

El texto deberá presentarse en un tamaño de hoja A4, con interlineado sencillo, sin sangrías, ni divisiones de columnas.

No se deberá aplicar ningún tipo de color, estilo, ornamentos o diseño al texto del documento.

Deberán incluirse los estilos de fuente en textos destacados (negrita, cursiva, etc.) así como también se podrán incluir textos con numeración y viñetas, de ser necesarios.

Los títulos deben ir en formato de **Tipo oración** y evitar el uso de títulos en **MAYÚSCULAS**.

Los trabajos podrán remitirse solamente en español o inglés.

Los términos anatómicos empleados en los manuscritos deberán ajustarse a la Terminología Anatómica Internacional (TAI).

Las abreviaturas utilizadas por el autor deben definirse y describirse en el texto la primera vez que se mencionen.

Sólo deben usarse abreviaturas estándares ya que el uso de otras abreviaturas puede resultar confuso para el lector. Debe evitarse el uso de abreviaturas en el título del trabajo y minimizar al máximo su aparición en el resumen.

Nota: Se recomienda revisar la gramática y ortografía con el corrector que disponga su procesador de textos

Imágenes

Las imágenes y gráficos deberán enviarse en *archivos individuales JPG*, separados del texto principal a una resolución de 150 a 300 dpi

IMPORTANTE: Favor de no enviar imágenes insertadas en archivos de MS Word, solamente archivos JPG individuales.

Para facilitar el diseño general de las publicaciones unificando los criterios gráficos de la revista, solicitamos enviar dos versiones de las imágenes que tengan referencias numéricas o textuales sobreimpresas: la primera versión contiene dichas referencias, y la segunda versión sin ellas (imagen original).

Cita en el texto: Deberá incluirse la cita de la imagen en el texto principal. Ejemplo: ([ver Fig. 5](#))

Identificación y numeración: Los archivos JPG deberán ser numerados correlativamente según su aparición en el manuscrito y se los identificará con su correspondiente nombre "Fig." tanto para imágenes como para gráficos. Ejemplo: **fig01.jpg, fig02.jpg**

Podrán comprimirse todas las imágenes en un sólo archivo .rar ó .zip (sin contraseñas de seguridad)

Tablas

Las tablas deberán ser preparadas en *MS Excel* y enviadas en archivos separados del texto principal.

Los archivos deberán ser numerados e identificados con su correspondiente nombre. Ejemplo: **tabla1.xls; tabla2.xls**.

Cita en el texto: Deberá incluirse la cita de la tabla en el texto principal. Ejemplo: ([ver Tabla I](#))

Identificación y numeración: Las tablas deberán identificarse con números romanos, seguidos por el título o descripción. Ejemplo: Tabla I: Título de tabla

IMPORTANTE: No insertar imágenes ni tablas dentro del manuscrito en MS Word

Textos de Referencias de Imágenes y Tablas

Las referencias de las imágenes y tablas deberán ser enviadas en un archivo de *MS Word* independiente del texto principal, indicando la figura o tabla a la que corresponde cada referencia.

La cita debe comenzar con el número de la figura o tabla en negrita, (ejemplo: **Fig. 1:**) seguido una breve descripción de la misma.

Posterior a la descripción deben colocarse las referencias de los elementos presentes en la imagen, que deberán ser citados con números, respetando dicha numeración para cada elemento.

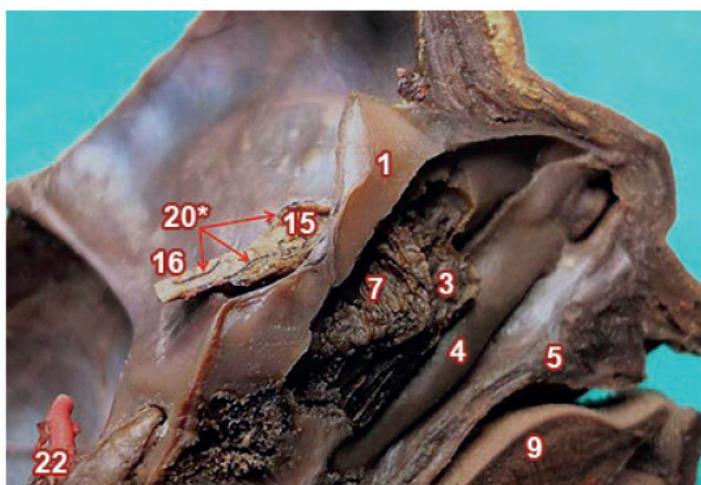


Fig. 9: Vista medial de cavidad nasal izquierda y formaciones pedunculares. Sección sagital en un feto.

1) Crista galli; 3) Cornete nasal medio; 4) Cornete nasal inferior; 5) Apófisis palatina; 7) Nervios olfatorios y tejido glandular extirpada la membrana epitelial; 9) Lengua; 15 y 16) Bulbo y tracto olfatorio que exhiben en su cara superior; 20*) Ramas arteriales olfatorias; 22) Arteria carótida interna.

Las categorías: Reseñas y/o Biografía y Cartas al Editor, NO podrán contener tablas, salvo con permiso expreso del Comité Editorial.

Referencias

- **Citas en el texto:** En el texto principal, luego de incorporar una afirmación de un determinado autor, deberá colocarse el número correspondiente al artículo, libro, etc., entre paréntesis, sin superíndice: (1-3).
- **Bibliografía:** La bibliografía utilizada en cada artículo deberá organizarse con numeración, de acuerdo a la aparición en el manuscrito del trabajo.
- **Artículos de Revistas:** Apellido y nombres (iniciales – separados por ;), Título del trabajo en cursiva, Nombre de la revista, Año, Volumen, Número, Número de páginas. Ejemplo: Ottone, N.E.; Medan, C.D. *A rare muscle anomaly: The supraclavicularis proprius*. Folia Morphologica 2009; 68(1): 55-57
- **Libros:** Apellido y nombres (iniciales), Título del Capítulo del Libro, Título del libro, Edición, Editorial, Ciudad de Impresión, Año, Número de páginas. Ejemplo: Testut, L.; Latarjet, A. *Tomo Segundo: Angiología, Tratado de anatomía humana*, 9^a edición, Editorial Salvat, Barcelona, 1954, pp. 124-156.
- **Internet:** Briones, O.; Romano, O. A.; Baroni, I. *Revisión anatómica del nervio sinuvertebral*. Bibliografía Anatómica [online]. 1982, vol. 19, no. 5 [citado 2009-05-19], pp. 7. Disponible en: <http://www.biblioanatomica.com.ar/20005.pdf>. ISSN 1852-3889.

Carta de presentación

Los trabajos se acompañarán de una carta de presentación dirigida al Director de Revista de Argentina de Anatomía, donde constará la conformidad de todos los autores con los contenidos del manuscrito y los posibles conflictos de interés con todos ellos.

Presentación del manuscrito

El manuscrito deberá presentarse de la siguiente forma:

Primera página:

- **Título del trabajo:** En español e inglés
- **Apellidos y nombres de cada autor:** Sin cargo docente, asistencial o administrativo, ni e-mails personales ni logos institucionales. En los casos que los autores pertenezcan a distintas instituciones indicar con numeración en superíndice (*)
- **Lugar de realización:** Se establecerá un sólo lugar de realización principal correspondiente al autor responsable, y respetando el siguiente orden: 1. Universidad; 2. Facultad/Escuela de Medicina; 3. Departamento, Cátedra, Instituto, Hospital o lo que corresponda; 4. Ciudad y País.
- **E-mail de Autor:** Nombre y dirección de correo electrónico del autor responsable (un sólo autor).
- **(*) Instituciones:** En los casos en que los autores pertenezcan a distintas instituciones, indicar con numeración en superíndice siguiendo el esquema del ítem "Lugar de realización"

Segunda página:

Contiene el *Resumen* y las *Palabras clave*

Resumen: Consiste en una breve síntesis argumental del contenido del trabajo.

El objetivo del resumen es brindar un panorama general al lector que busca información acerca de un tema específico, de modo que éste pueda decidir si el artículo satisface sus necesidades de búsqueda sin tener que leer la totalidad del artículo.

El resumen no podrá tener una extensión superior a **400 palabras**, y deberán presentarse las versiones en español e inglés

Según la categoría de presentación los resúmenes deberán contener:

- **Originals:** Introducción, Material y métodos, Resultados y Conclusiones.
- **Revisiones:** Introducción, Desarrollo, Conclusiones.
- **Reporte de casos:** Introducción, Caso/s, Discusión y Conclusiones.
- **Reseñas y/o biografías:** Introducción, Desarrollo, Conclusiones.

Nota: Para estas categorías sugerimos ver más detalles en el apartado "Desarrollo del manuscrito"

Palabras clave: Consiste en 5 (cinco) palabras específicas que ayudan a definir la búsqueda de contenidos en el texto. Estas palabras clave favorecen a la indexación de los contenidos en motores de búsqueda como Google

Tercera página en adelante:

Contiene el manuscrito propiamente dicho o cuerpo del artículo, que se dividirán en apartados, según la categoría de publicación:

- **Originales:** Introducción, Materiales y métodos, Resultados, Discusión y Conclusiones. (Extensión máxima 4.000 palabras).
- **Revisões:** Introducción, Desarrollo (con los subtítulos que el autor crea conveniente) y Conclusiones. (Extensión máxima 3.500 palabras).
- **Reporte de casos:** Introducción, Caso/s, Discusión y Conclusiones. (Extensión máxima 2.000 palabras)
- **Reseñas y/o Biografías:** Introducción, Desarrollo (con los subtítulos que el autor crea conveniente) y Conclusiones. (Extensión máxima 2.500 palabras).

Nota: Para estas categorías sugerimos ver más detalles en el apartado “Desarrollo del manuscrito”

El manuscrito finalizará, en los casos que corresponda, con agradecimientos, ayudas o fuentes de financiación total o parcial, conflictos de interés (o su inexistencia) y siempre con las Referencias Bibliográficas.

Desarrollo del manuscrito

Notas: Recomendamos prestar especial atención a la categoría del trabajo a presentar.

Categoría: Original (*)

Los trabajos presentarán nuevas informaciones relevantes basadas técnicas cuantitativas, descripción y/o evaluación estadística de series propias a partir de investigaciones originales, o bien técnicas cualitativas, de especial interés en educación (etnografía, entrevista estructuras, etc.) e historia (hermenéutica, etc.).

El cuerpo del texto no puede superar las **4.000 palabras** y deberá estructurarse según el siguiente modelo:

- **Introducción:** Debe exponer claramente los antecedentes y el objetivo del trabajo, así como resumir las razones que han motivado su realización. Por lo tanto, se podrían considerar tres partes: La primera define el problema, la segunda hace un breve recuento de lo que se conoce respecto del problema y en la tercera parte se exponen los objetivos del trabajo, teniendo en cuenta lo desarrollado en los párrafos previos.
- **Materiales y métodos:** Debe describir claramente los criterios de selección del material del estudio, objetos/sujetos y diseño del mismo. Deben señalarse claramente los métodos de evaluación estadística. Proporcione detalles suficientes para permitir que un investigador independiente pueda reproducir el trabajo. Si los métodos ya están publicados, se incluirá la referencia y un resumen de los mismos. Si se han realizado modificaciones sobre un método publicado, deberán describirse claramente. Se utiliza el tiempo pasado. Si se ha trabajado con seres humanos, se debe contar con la aprobación de un comité de ética y hay que dejar constancia si se realizó el consentimiento informado en estudios prospectivos. En el caso de tratarse de animales se debe contar con la aprobación de un comité de ética en experimentación animal.
- **Resultados:** Deben describirse únicamente los datos más relevantes y no repetirlos en el texto si ya se han mostrado mediante tablas o figuras. Se utiliza el tiempo pasado.
- **Discusión:** No deben aparecer datos que no se hayan descrito en los resultados. Debe analizar el significado de los resultados, pero no repetirlos. Evite las citas demasiado extensas. Por lo tanto, se discuten tanto los materiales como los métodos, y se examina la validez de los resultados. En el primer párrafo, los autores deben exponer las respuestas a la cuestión planteada y lo que motiva el trabajo. Esto permite situar los resultados en relación con los conocimientos anteriores y compararlos con la literatura existente.
- **Conclusiones:** Deben dar cuenta de los objetivos de investigación y basarse en los resultados, es decir, se resumen brevemente los resultados del estudio y sus consecuencias. Estos deben desprenderse rigurosamente de los resultados.
- **Referencias bibliográficas:** Debe estar actualizada.

Categoría: Revisión (**)

Es la actualización de un tema o bien de una técnica que abarque los últimos conceptos, así como también la eventual modificación de nuevas técnicas, y consiste en un artículo basado en la descripción de la experiencia del autor en un tema determinado, fundamentado en una sólida revisión bibliográfica.

Además, integran esta categoría los trabajos sobre temas anexos (legislación, etc.) En él se plantean el objetivo y las partes esenciales.

Las referencias bibliográficas pueden tener un máximo 80.

El cuerpo del texto no puede superar las **3.500 palabras** y deberá estructurarse según el siguiente modelo:

- **Introducción:** Debe exponer claramente los antecedentes y el objetivo del trabajo, así como resumir las razones que han motivado su realización. Por lo tanto, se podrían considerar tres partes. La primera define el problema, la segunda hace un breve recuento de lo que se conoce respecto del problema y en la tercera parte se exponen los objetivos del trabajo, teniendo en cuenta lo desarrollado en los párrafos previos.
- **Desarrollo:** Debe describir diversos tópicos en relación a la temática, cada tópico debe contener un subtítulo, según crea conveniente el autor.
- **Discusión:** Debe analizar el significado de los tópicos, pero no repetirlos. Evite las citas demasiado extensas.
- **Conclusiones:** Deben dar cuenta de la implicación de los tópicos tratados.
- **Referencias bibliográficas:** Debe estar actualizada.

Categoría: Reporte de Caso (***)

Un reporte de caso es un estudio observacional que presenta detalladamente una variación o un problema (humano o animal) único, de características únicas (no más de cuatro sujetos de estudio)

El cuerpo del texto no puede superar las **2.000 palabras** y deberá estructurarse según el siguiente modelo:

- **Introducción:** Debe exponer claramente los antecedentes y el objetivo del trabajo, así como resumir las razones que han motivado su realización. Por lo tanto, se podrían considerar tres partes. La primera define el problema, la segunda hace un breve recuento de lo que se conoce respecto del problema y en la tercera parte se exponen los objetivos del trabajo, teniendo en cuenta lo desarrollado en los párrafos previos.
- **Casos:** Deberán describirse detalladamente los casos ajustándose a la Terminología Anatómica Internacional. (TAI)
- **Discusión:** Debe analizar el significado de los casos, pero no repetirlos. Evite las citas demasiado extensas.
- **Conclusiones:** Deben dar cuenta de las implicancias del caso.
- **Referencias bibliográficas:** Debe estar actualizada.

Categoría: Reseñas y/o Biografías (****)

En esta categoría se alude a aspectos del pasado que contribuyan al acervo cultural de las ciencias morfológicas.

El cuerpo del texto no puede superar las **2.500 palabras** y deberá estructurarse según el siguiente modelo:

- **Introducción:** Debe exponer claramente los antecedentes y el objetivo del trabajo, así como resumir las razones que han motivado su realización.
- **Desarrollo:** Debe describir diversos tópicos en relación a la temática, cada tópico debe contener un subtítulo, según crea conveniente el autor.
- **Discusión:** Debe analizar el significado de los tópicos, pero no repetirlos. Evite las citas demasiado extensas.
- **Conclusiones:** Deben dar cuenta de la implicación de los tópicos tratados.
- **Referencias bibliográficas:** Debe estar actualizada.

Categoría: Carta al Editor (*****)

Trabajo breve que expresa el juicio personal del autor sobre un determinado tópico controvertido, o bien críticas o discrepancias con artículos publicados en la Revista Argentina de Anatomía Online.

Estas deben ser elaboradas de manera constructiva, objetiva y educativa.

Las cartas deberán atender a los ítems señalados en la Carta al Editor considerando el derecho a réplica sobre los puntos controvertidos del artículo o cuestión tratada.

Este tipo de artículo no lleva resumen ni palabras clave y el cuerpo del texto no puede superar las **850 palabras**.

Puede contener 1 sola imagen y hasta 5 citas bibliográficas.

Remisión de manuscritos

Los autores deberán haber leído y entendido las normativas descriptas anteriormente.

En caso que no cumplan con lo expuesto, los trabajos no se tendrán en cuenta para su revisión.

Los interesados podrán remitir los manuscritos para su eventual publicación en la revista, completando el formulario mediante el botón **[ENVIAR TRABAJO]**

Índice / Index

Nota del Editor en Jefe.....	53
<i>Chief Editor's note</i>	
Acuña, Marcelo	
Del lienzo a la piel: Body Painting en anatomía.....	54
<i>From the canvas to the skin: Body Painting in anatomy</i>	
Veloce, Diego Santiago; Tamborini Arias, María Julieta; Vera, Martín Nicolás; Managua, Francisco Tomás	
Complejidad anatómica de la arteria carótida interna a nivel intracavitario en caninos: Un estudio morfológico.....	61
<i>Anatomical complexity of the ICA intracavitary in canines: A morphological study</i>	
Genoud, Pablo; Paltenghi, Alejandra; Ferraro, Julieta; Pellegrino, Fernando; Vidal Figueredo, Ramiro	
Relación topográfica y organización anatómica de la cauda equina de la llama (lama glama).....	67
<i>Topographic relationship and anatomical organization of the cauda equina of the llama (lama glama)</i>	
Genoud, Pablo; Pellegrino, Fernando; Ferraro, Julieta; Rapela, Federico; Vidal Figueredo, Ramiro	
Comunicación de Marinacci: Estudio anátomo-fisiológico	72
<i>Marinacci Communication: Anatomical-physiological study</i>	
Ferré, Tomás; Colombo, Axel; Feldman, Franco; De Zan, Juan Martín; Duzer, Valentina; Gómez, César; Bendersky, Mariana	
Realidad mixta como complemento en la enseñanza de la anatomía cardíaca:	
Innovación interactiva con gafas Virtual Reality (VR).....	79
<i>Mixed reality as a complement to the teaching of cardiac anatomy: interactive innovation with VR glasses</i>	
Vargas-Centurión, Ana Camila; Queirolo-Burgos, Brenda Mariana; Soriano, Eliana Abigail; Serrano-Bernández, Victoria Cristina.; Abuin Gustavo	
Linfocentros del miembro torácico de inspección veterinaria post mortem en ovinos y su analogía en bovinos.....	85
<i>Post-mortem veterinary inspection thoracic limb lymphocenters in sheep and their analogy in cattle</i>	
Polej, E. E.; Resoagli, J. M.; Fernández, J. A.; Flores Quintana, C. I.	

Editorial



Nota del Editor en Jefe *Chief Editor's note*

Acuña, Marcelo

E-mail de autor: Marcelo Acuña editor.raa@gmail.com

Estimados lectores y colaboradores.

Es un inmenso placer presentarles el contenido de nuestro último número del año 2025, una edición que no solo celebra la perdurable relevancia de la anatomía como ciencia fundamental, sino que también se aventura en las fronteras de la innovación educativa y la aplicación práctica. Este número es un testimonio de cómo la disciplina está evolucionando, adoptando nuevas herramientas sin perder de vista la esencia de su estudio.

Abordamos la anatomía veterinaria, con su complejidad y diversidad de especies, que exige una comprensión anatómica rigurosa. En este número destacamos una serie de artículos de investigación que abordan desafíos y descubrimientos específicos en la morfología veterinaria. Estos trabajos no solo mejoran la práctica clínica sino que también ofrecen perspectivas comparativas que enriquecen nuestra comprensión de la anatomía humana.

La anatomía siempre ha lidiado con el desafío de transformar estructuras tridimensionales complejas en representaciones bidimensionales. El uso de la Realidad Mixta está revolucionando este paradigma; en este sentido publicamos un ensayo pedagógico ofreciendo una experiencia inmersiva y una comprensión espacial inigualable. En otro trabajo, que podríamos denominar “Un Lienzo para Aprender: El Body Painting como Herramienta Didáctica” los autores hacen un fascinante giro hacia lo didáctico y lo artístico y remedian varios trabajos que exploran el uso del Body Painting como una poderosa herramienta de enseñanza. Lejos está de ser un mero ejercicio estético, esta técnica permite la visualización topográfica, pintar músculos, nervios y vasos sobre la piel de un sujeto vivo le permite a los estudiantes mapear y palpar las relaciones anatómicas y los puntos de referencia de una manera dinámica; también brinda un aprendizaje kinestésico al facilitar la comprensión de la función y el movimiento al ver cómo las estructuras pintadas interactúan durante la acción.

Este enfoque subraya que las herramientas de bajo costo y alta interacción pueden ser tan efectivas como la tecnología de punta para cimentar el conocimiento.

Este número engloba una verdad fundamental: la anatomía es una disciplina viva que se nutre de la fusión entre lo tradicional y lo tecnológico. Los artículos sobre anatomía humana y veterinaria refuerzan nuestra base científica, mientras que la Realidad Mixta y el Body Painting nos señalan caminos efectivos e intuitivos para la educación del futuro.

Los invito a sumergirse en estos interesantes trabajos y espero que inspiren nuevas investigaciones y fomenten una pasión renovada por el estudio de las estructuras que dan forma a la vida.

Atentamente,

Prof. Dr. Marcelo Acuña
Editor en Jefe



Recibido: 08.2024

Aceptado: 03.2025



Revista Argentina de Anatomía Online
2025, Vol. XVI, N° 2 pp. 54-60



ARGENTINA

Del lienzo a la piel: Body Painting en anatomía

From the canvas to the skin: Body Painting in anatomy

Veloce, Diego Santiago; Tamborini Arias, María Julieta; Vera, Martín Nicolás; Managua, Francisco Tomás.

Universidad Nacional del Comahue; Facultad de Ciencias Médicas; Departamento de Biomédico; Ciudad de Cipolletti; Mendoza, Argentina

E-mail de autor: Diego Santiago Veloce diegoveloc@gmail.com

Resumen

Introducción: Las nuevas generaciones y los avances tecnológicos hacen evidente la necesidad de implementar nuevas formas de enseñanza de la anatomía que complementen las técnicas convencionales, situando al estudiante en el centro del proceso de aprendizaje. Se ha propuesto la pedagogía basada en el arte (PBA) como una de ellas, siendo el Body Painting una alternativa válida en la cual se utiliza el cuerpo como lienzo para plasmar un diseño artístico mejorando el clima de aprendizaje y estimulando la creatividad. El objetivo de este trabajo es utilizar el Body Painting como estrategia de enseñanza – aprendizaje complementario a los métodos tradicionales, analizando su utilidad a través de la percepción de los alumnos.

Materiales y métodos: Se utilizó el Body Painting como estrategia complementaria de la enseñanza de anatomía durante tres jornadas extracurriculares en un grupo de estudiantes de medicina de segundo año de la Universidad del Comahue. Se dividieron en grupos pequeños, se les suministraron los materiales necesarios y se les asignó una región para pintar con un correspondiente correlato clínico como disparador para analizar y reflexionar luego entre pares en una puesta en común. Las percepciones de los alumnos en cuanto a la utilidad del método fueron recabadas mediante encuesta anónima en Google Forms.

Resultados: En las encuestas los alumnos destacaron ampliamente la utilidad de esta metodología innovadora para la mejor comprensión de la tridimensionalidad y ubicación espacial de las estructuras anatómicas, sumado al énfasis sobre el clima de aprendizaje descontracturado y el trabajo en equipo entre pares y con los facilitadores, lo que les permitió desenvolverse de mejor manera eliminando el miedo a equivocarse como retractor en la participación individual y colectiva. **Conclusión:** Creemos que el proporcionar a los estudiantes recursos artísticos que permitan comprender los conceptos desde una perspectiva distinta mejora el entendimiento de la anatomía, perfecciona las habilidades de observación y estimula el desarrollo de pensamiento divergente, lo cual sienta las bases del razonamiento clínico, generando un nexo entre la anatomía y la futura práctica profesional. El Body Painting es una estrategia de enseñanza de la anatomía altamente enriquecedora en este contexto, logrando de manera colaborativa y contextualizada, crear un clima de aprendizaje descontracturado mientras se divierten trabajando, donde los alumnos toman un rol activo en su propio proceso de aprendizaje, sacando así provecho a su naturaleza visual, kinestésica y su aplicación a la anatomía viva.

Palabras clave: Body painting, enseñanza, anatomía, pedagogía

Abstract

Introduction: New generations and technological advancements highlight the need to implement new ways of teaching anatomy that complement conventional techniques and place the student at the center of their learning process. Art Based Pedagogy (ABP) has been proposed, with Body Painting as a valid alternative where the body is used as a canvas to create artistic designs, enhancing the learning environment and stimulating creativity. The aim of this study is to use Body Painting as a complementary teaching-learning strategy to traditional methods, analyzing its utility through students' perceptions.

Materials and methods: We used Body Painting as a complementary strategy for teaching anatomy during three extracurricular sessions with a group of second-year medical students at the University of Comahue. The students were divided into small groups, provided with necessary materials and assigned a specific region to paint with corresponding clinical correlates as a trigger for subsequent peer analysis and discussion. Student's perceptions of the method's utility were collected via an anonymous Google Form's survey. **RESULTS**

Students predominantly highlighted the usefulness of this innovative methodology for better understanding the three-dimensionality and spatial location of anatomical structures. They also emphasized the relaxed learning environment and teamwork among peers and facilitators, which allowed them to engage more effectively and reduce the fear of making mistakes, which often inhibits individual and collective participation.

Conclusion: We are convinced that providing artistic resources to students allows them to understand concepts from a different perspective, enhances their understanding of anatomy, improves observational skills, and stimulates divergent thinking, laying the foundation for clinical reasoning. This approach creates a link between anatomy and future professional practice. Body Painting proves to be a highly enriching anatomy teaching strategy by collaboratively and contextually creating a relaxed learning atmosphere where students actively participate in their learning process, benefiting from its visual and kinesthetic nature and its application to living anatomy.

Keywords: Body painting, teaching, anatomy, pedagogy

Introducción

Los orígenes de la anatomía humana datan del siglo IV a.C en la ciudad de Alejandría donde Hipócrates, Aristóteles y Herófilo sentaron las bases de esta ciencia al realizar las primeras descripciones del corazón y cerebro, en función de numerosas disecciones.

En la edad Media, la enseñanza de la anatomía se vio reducida al estudio de material teórico por la prohibición a la disección impuesta por la iglesia.

Es en el siglo XV, en el que el movimiento renacentista hace resurgir la anatomía con un importante componente artístico, liderado por Leonardo Da Vinci y Andrés Vesalio.¹

En la actualidad la enseñanza de la Anatomía Humana en la educación de grado, continúa basándose principalmente en técnicas convencionales como la disección y la prosecución. A pesar de que la educación con cadáveres fijados en formaldehído permite visualizar con un alto grado de detalle las estructuras profundas y comprender sus relaciones,² su uso es objeto de debate debido a ciertas desventajas: olor irritante, toxicidad potencialmente cancerígena y alteración en la coloración de las estructuras.³

Sumado a lo anterior, dentro de la práctica clínica, la anatomía es típicamente encontrada por el profesional de salud en forma viva o a través de estudios por imágenes.^{4,5}

Clásicamente, en Argentina, la forma de aprendizaje más utilizada en anatomía es la lecto-escritura, esto se fundamenta en el extenso programa curricular, la limitada cantidad de horas áulicas y la desfavorable relación numérica docente-alumno.

En la Universidad Nacional del Comahue, la enseñanza de anatomía en la carrera de medicina no difiere del resto del mundo y consta de clases magistrales centradas en anatomía descriptiva e imagenología, sumadas a actividades prácticas de prosecución cadavérica y exposiciones orales por parte del alumnado. Sin embargo, debido a impedimentos administrativos y falta de infraestructura adecuada para su preservación, el uso de piezas cadavéricas se encuentra limitado.

Con el advenimiento del siglo XX y la revolución tecnológica, surgieron nuevas estrategias de enseñanza. La bibliografía afirma que estos métodos complementarios utilizados de modo correcto en anatomía, poseen gran potencial para lograr un aprendizaje significativo en los alumnos,⁶ concepto acuñado por Ausubel en 1963 al resaltar que las nuevas ideas, conceptos y proposiciones pueden ser incorporados

en la medida en que otros conceptos preexistentes estén claros y disponibles en la estructura cognitiva del individuo y funcionen como punto de anclaje para las primeras.

A su vez, el aprendizaje según la teoría VARK (Fleming, 1992), puede dividirse de acuerdo a la captación de información mediante los sentidos: visual (V), auditivo (A), lectoescritura (R) y kinestésico (K).

A pesar de que los alumnos pueden tener un tipo predilecto, diversos estudios sugieren que los estudiantes de medicina aprenden de forma multimodal.⁷

La comprensión holística y clínicamente relevante de la anatomía requiere complementar la enseñanza clásica con metodologías que abarquen todas las formas de aprendizaje, para poder beneficiar también a los alumnos kinestésicos y visuales.

Se ha propuesto la implementación de pedagogía basada en el arte (PBA) para lograrlo,⁸ cuestión no menor mencionada por Vygotsky en la década del 1920, quien propuso al arte como expresión del lenguaje, convirtiéndolo en un importante mediador en la formación y desarrollo del aprendizaje.

Se han propuesto metodologías artísticas para lograr dicha enseñanza anatómica, entre las cuales se encuentra el Body Painting: una variante del maquillaje artístico, en la cual se utiliza la piel desnuda como lienzo para plasmar mediante pigmentos un diseño artístico.

La bibliografía afirma que su valor como técnica de enseñanza se atribuye a la participación activa de los estudiantes en un ambiente desestructurado, debido a su naturaleza kinestésica y la creación de imágenes memorables.^{4,9}

El objetivo de este trabajo es utilizar el Body Painting como estrategia de enseñanza – aprendizaje complementario a los métodos tradicionales, analizando su utilidad a través de la percepción de los alumnos.

Materiales y métodos

Se realizaron tres jornadas extracurriculares no obligatorias con inscripción previa mediante un formulario creado en Google Forms y con el único requisito de ser alumnos regulares de la materia. En todas las jornadas se realizaron tres maquillajes de muestra con el objetivo de que los alumnos entendieran el alcance de esta técnica aplicada a la anatomía.

Se dividieron en grupos aleatorios de seis alumnos sin tener en cuenta el género ni la comisión a la que pertenecían.



Fig. 1: Grupos de estudiantes durante el proceso de creación



Fig. 2: Resultados de la clase de Body Painting

Se les asignó a cada grupo un tema de los siguientes: Senos paranasales y laringe; inervación sensitiva y motora de cara; irrigación y drenaje venoso de cabeza y cuello; músculos de la mimica; músculos supra e infrahioideos y triángulos superficiales de región anterolateral del cuello; con la consigna de realizar un maquillaje artístico por grupo haciendo especial énfasis en las relaciones, proporciones y disposiciones de las estructuras.

Se les otorgaron 60 minutos, suministrándoles todos los recursos necesarios para llevar la actividad adelante como brochas de distintos tamaños y pinturas de distintos colores solubles en agua, dermatológicamente testeadas y específicas para piel.

Contaron con libertad para elegir bibliografía, planificar el diseño y elegir los colores. Partiendo de los diseños realizados, el docente y cinco ayudantes alumnos, en rol de facilitadores guiaron a cada grupo en la práctica de la semiotecnia médica: auscultación y palpación carotidea, palpación tiroidea y evaluación de reflejos superficiales de los músculos faciales.

Mediante este método, se buscó construir un puente entre el conocimiento anatómico y el examen físico semiológico, introduciendo así las bases de la medicina clínica.

Además, se asignó a cada grupo un correlato clínico con imágenes y exámenes complementarios relacionado con su tema al inicio de la actividad, cómo disparador para una discusión reflexiva entre pares y con el objetivo de estimular el interés y la curiosidad del estudiante, permitiendo comprender la relevancia de la materia en su futura práctica profesional.

Terminado el tiempo, cada grupo debió realizar una exposición oral ante el resto del alumnado del tema otorgado y su correspondiente correlato clínico, usando su trabajo de body painting como sustento visual y los fundamentos teóricos como respaldo, guiados por los facilitadores tomando los alumnos el rol activo de la clase.

En este trabajo, no se evaluó el resultado artístico final de cada grupo, sino la percepción de los estudiantes sobre la utilidad en el aprendizaje aplicado. Para lograr esto, al finalizar la jornada se realizó una encuesta de ocho preguntas en formato de escala Likert de cinco categorías ("excelente", "muy bueno", "bueno", "regular", "malo") y siete preguntas abiertas.

La encuesta se diseñó en una hoja en blanco de Google Forms a la cual los alumnos pudieron acceder mediante el escaneo de un código QR. Se analizaron los datos y se sacaron conclusiones.

En esta investigación los participantes firmaron un consentimiento informado posterior a la explicación de las actividades a realizar, donde se les comunicó la posibilidad de abandonar la jornada si así lo desearan. También se les informó que se obtendría material audiovisual para ser utilizado con fines científicos, previo consentimiento de los participantes.

Resultados

De los 102 alumnos que asistieron a las jornadas, 80 completaron la encuesta (78%), cuyos resultados se muestran en la **Tabla I**

También se les hicieron preguntas cerradas, donde el 100% estuvo de acuerdo en que el Body Painting es útil para complementar la enseñanza y el 99% opinó que le gustaría repetir la metodología para estudiar otra región anatómica.

En base a los resultados obtenidos y las respuestas de las preguntas abiertas concluimos que los estudiantes destacaron principalmente la utilidad de la metodología para la comprensión de la tridimensionalidad y la ubicación espacial de las estructuras anatómicas lo que coincide con el objetivo de nuestro trabajo, aunque también remarcaron con énfasis la importancia del clima de trabajo en el aula, lo que consi-

Pregunta	Excelente	Muy bueno	Bueno	Regular	Malo
¿Cómo sentís que fue el ambiente para aprender con esta metodología?	58,8 %	30 %	11,3 %	0 %	0 %
¿Qué te parece este método para visualizar relaciones y dimensiones de las estructuras anatómicas?	55%	31,30%	13,8 %	0 %	0 %
¿Qué te parece esta técnica para comprender los fundamentos anatómicos de las maniobras semiológicas?	42,5 %	40%	17,5 %	0 %	0 %
¿Qué tanto crees que esta metodología te ayudó a correlacionar la teoría con la práctica?	48,8 %	36,2 %	15 %	0 %	0 %
¿Qué te parece esta metodología para retener y recordar conceptos?	45 %	42,5 %	12,5 %	0 %	0 %
¿Cómo crees que repercute la implementación de esta técnica en tu futuro rendimiento profesional?	33,8 %	48,8 %	15 %	2,4 %	0 %

Tabla I: Resultados de las preguntas cerradas realizadas en la encuesta expresada en porcentaje

deran favoreció el aprendizaje permitiendo la diversión y la cooperación entre pares y con los facilitadores, eliminando el miedo a equivocarse como retractor en la participación individual y colectiva.

En esta actividad los alumnos lograron utilizar el atlas como referencia, realizando un análisis profundo de las imágenes bajo una observación minuciosa y corrigiendo constantemente el

diseño que buscaban lograr, en concordancia con el modelo TOTE (Test-Operate-Test-Exit) (Miller, Galanter y Pribram, 1960). El objetivo fue que identificaran reparos anatómicos, comprendieran relaciones principales y visualizaran espacios topográficos lo que consideramos fue logrado satisfactoriamente.

Discusión

En la educación médica se describen tres usos distintos de las artes:

1. mejora del bienestar del estudiante,
2. potencia las pericias clínicas y diagnósticas, por perfeccionar las habilidades de observación (10),
3. y la asignación de tiempo y espacio para fomentar la empatía y comprender la perspectiva del paciente (promoción del humanismo)^{11,12}

Entre las metodologías basadas en el arte, se destaca el Body Painting: una variante del maquillaje artístico, en la cual se utiliza la piel desnuda como lienzo para plasmar mediante pigmentos un diseño artístico.

Desde las fiestas infantiles hasta una categoría propia en los premios más importantes del cine, el maquillaje artístico es practicado en todo el mundo por su virtud de permitirle al artista dejar volar su creatividad y ocultar cualquier rasgo anatómico normal con el objetivo de inmersionar al observador en el diseño hasta perder la noción de que se está viendo un cuerpo humano.

El alcance es inmensurable, utilizando técnicas de ilusión óptica o prótesis que transformen los rasgos humanos se puede lograr una pieza artística comparable con una diseñada mediante Morphing digital. Dicha estrategia aplicada a la anatomía permite reproducir estructuras profundas visualizando tridimensionalidad y facilitando la comprensión de sus relaciones en un modelo vivo.^{5,13,14}

Si bien se ha utilizado cómo estrategia de aprendizaje en distintas partes del mundo, aún no hay estudios publicados en la Argentina. Nosotros elegimos esta metodología en virtud de no utilizar material cadáverico, y a la vez permitir la visualización de las dimensiones y relaciones de las estructuras superficiales y profundas aplicadas a la anatomía viva.

Se buscó además, que el alumno pudiera ser el protagonista de su propio proceso de aprendizaje, dejando atrás las técnicas memorísticas donde adopta un rol pasivo sin generar aprendizaje significativo.

Dentro de las técnicas de enseñanza de la anatomía viva, el Body Painting mejora el entendimiento visuoespacial de las estructuras anatómicas, en adición de los métodos tradicionales en un contexto de aprendizaje activo. Es una valiosa herramienta que complementa la enseñanza de la anatomía y cómo tal, no se recomienda su uso en solitario.⁶

Entre sus ventajas, a pesar de no haber sido referido por ninguno de nuestros alumnos, el método ha sido descrito por varios autores como una alternativa factible para aquellos alumnos que presenten algún rechazo emocional a los cadáveres.¹⁴

Dentro de lo publicado a la fecha, solo Díaz⁵ complementó dicha técnica junto a otras estrategias como procesión y modelado de estructuras con PlayDoh.

En nuestra propuesta, utilizamos el Body Painting como estrategia complementaria a la enseñanza tradicional con cadáveres y clases magistrales sobre anatomía descriptiva que caracteriza a la cátedra, representando planos superficiales y buscando así generar aprendizaje haptico al realizar las maniobras semiológicas, mientras que aplicado a planos profundos los alumnos pudieron describir relaciones y comprender las bases anatómicas de ciertos abordajes quirúrgicos, en contraposición a lo que postulan tanto Finn⁴ como Shapiro¹⁵ sobre la utilidad del método únicamente para planos superficiales argumentando que puede llegar a restringir el aprendizaje de estructuras profundas.

Se ha destacado la capacidad del Body Painting para producir aprendizaje en contexto mediante la creación de experiencias vividas, lo que Finn¹⁴ denomina "*puntos de referencia*", cuestión ampliada por Oliveira,⁹ quien argumenta que al requerir asociaciones, se genera retención y fijación del conocimiento.

Creemos que esta técnica resulta útil ya que no se limita únicamente a los conceptos anatómicos sino también nos permite facilitar la enseñanza de la semiotecnia médica,

como Finn¹⁴ y Op Den Akker¹⁶ lo describen, destacando este último la complementación del maquillaje con el ultrasonido en relación a la clínica; asimismo Hernández⁷ remarca la importancia del aprendizaje kinestésico más allá de la capacidad artística.

Si bien nuestro objetivo no fue evaluar resultados artísticos, utilizamos las redes sociales (Instagram), al igual que Díaz,⁵ para generar difusión del BodyPainting mediante la consigna “*Mundialito de Body Painting*” en el cual más de 1000 seguidores votaron el mejor maquillaje, de manera interactiva, utilizando las tecnologías de la información como recurso valioso de exposición artística.

Se han postulado algunas limitantes a la hora de aplicar el Body Painting como estrategia de enseñanza, ya que requiere de la piel desnuda como lienzo, recurso que podría atentar contra la moral y las creencias culturales y religiosas de cada alumno, lo cual llevaría a la negativa de participar.

Para superar este obstáculo, se plantearon diversas estrategias como: el uso de modelos profesionales;¹⁶ el permitir pintar sobre la ropa interior en regiones pudorosas como tórax, pelvis, abdomen etc.⁵ la utilización de chalecos de realidad virtual que son colocados por encima de la vestimenta¹⁷ y en nuestra experiencia, al igual que Jariyapong,¹³ la selección de regiones normalmente expuestas.

En adición, se debe tener en cuenta el tiempo de desarrollo de la actividad: la planificación del diseño, el acto de pintar por sé y la remoción del maquillaje, lo que conlleva más tiempo que una técnica tradicional.⁴

A pesar de coincidir con esta aseveración en base a nuestra experiencia, consideramos que el beneficio pedagógico del Body painting justifica la inversión de tiempo, no debiendo ser este un impedimento para poner en práctica esta metodología.

Por otro lado, no se requiere más que pinturas y piel para llevar a cabo la actividad, siendo tanto las pinturas corporales como los pinceles de fácil adquisición y relativamente económicas.

Asimismo, la actividad se puede llevar a cabo con la participación de una gran cantidad de estudiantes en simultáneo, lo que hace que sea considerada fácilmente reproducible y rentable en términos de tiempo del personal y recursos físicos.

Cómo limitante, observamos el rol pasivo de algunos alumnos en cuanto al diseño y desarrollo de la actividad, sin participación en la toma de decisiones ni en la evaluación del proceso.

Esto podría superarse mediante el uso de espejos y la organización en grupos pequeños que invierten roles, estrategias descritas por algunos autores para prevenir dichas situaciones.^{4,5,16,18}

Durante la puesta en común en las jornadas, surgió otro inconveniente a raíz de la imposibilidad de visualizar detalles del diseño por los estudiantes que se encontraban más distantes, el cual resolvimos mediante la transmisión en vivo a través de un proyector.

En nuestra experiencia, no realizamos preparación previa a la actividad, optando por explicar las técnicas básicas de Body Painting en los primeros minutos de las jornadas y así desarrollar la actividad completamente dentro del aula, tal como lo describe Shapiro¹⁵ y contrario a Opdenakker¹⁶ quien facilitó a sus estudiantes, previa asistencia a la clase, un instructivo con técnicas elementales de Body Painting y reparos anatómicos de superficie.

Una virtud a destacar de esta metodología frente a la enseñanza tradicional, coincidiendo con los demás autores,^{4,5,9,13-18} es que propicia la creación de un ambiente desestructurado que le permite al estudiante divertirse y desenvolverse libremente mejorando la relación entre pares y facilitando el proceso de aprendizaje.

Según registros oficiales de la cátedra obtenidos a partir del año 2019, en el cual el porcentaje de alumnos tanto regulares como desaprobados era del 50%, se observó en los años siguientes un incremento del número de desaprobados (60%) alcanzando a duplicar a los alumnos regulares (30%).

A partir de estos datos, interpretamos la existencia de una falencia en la metodología de enseñanza utilizada y consideramos que mediante la implementación de estas estrategias complementarias que aumentan la posibilidad de generar aprendizaje significativo a través de la adopción de un rol activo del estudiante, como en el caso del Body Painting, podemos enriquecer la enseñanza de Anatomía y así incrementar el número de alumnos que logren regularizar la materia.

Conclusión

En función de los resultados obtenidos podemos afirmar que el Body Painting es una estrategia de enseñanza complementaria altamente enriquecedora para la enseñanza de la anatomía, teniendo como principales beneficios la creación de un clima de aprendizaje adecuado, adoptando los alumnos un rol activo en su propio proceso de aprendizaje, sumado a su naturaleza visual, kinestésica y su aplicación

a la anatomía viva que permite dar espacio a la creatividad mientras se divierten trabajando.

Creemos que proporcionar a los estudiantes recursos artísticos que permitan comprender los conceptos desde una perspectiva distinta, además de mejorar el entendimiento de la anatomía, perfecciona las habilidades de observación y estimula el desarrollo de pensamiento divergente, lo cual sienta las bases del razonamiento clínico, generando un nexo entre la anatomía y la futura práctica profesional.

Conflictos de interés

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

Referencias

1. Araujo Cuauro JC. *Aspectos históricos de la enseñanza de la anatomía humana desde la época primitiva hasta el siglo XXI en el desarrollo de las ciencias morfológicas*. Revista Argentina de Anatomía Online 2018; 9 (3): 87 – 97
2. Estai M, Bunt S. *Best teaching practices in anatomy education: A critical review*. Ann Anat [Internet]. 2016;208:151–7. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.aanat.2016.02.010>
3. McLachlan JC, Regan De Bere S. *How we teach anatomy without cadavers*. Clin Teach [Internet]. 2004;1(2):49–52. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1743-498x.2004.00038.x>
4. Finn GM. *Current perspectives on the role of body painting in medical education*. Adv Med Educ Pract [Internet]. 2018;9:701 6. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2147/AMEP>
5. Diaz CM, Woolley T. *“learning by doing”: A mixed-methods study to identify why body painting can be a powerful approach for teaching surface anatomy to health science students*. Med Sci Educ [Internet]. 2021;31(6):1875–87. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s40670-021-01376-x>
6. Wilson AB, Miller CH, Klein BA, Taylor MA, Goodwin M, Boyle EK, et al. *A meta-analysis of anatomy laboratory pedagogies*. Clin Anat [Internet]. 2018;31(1):122–33. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1002/ca.22934>
7. Hernandez JE, Vasan N, Huff S, Melovitz-Vasan C. *Learning styles/preferences among medical students: Kinesthetic learner’s multimodal approach to learning anatomy*. Med Sci. Educ [Internet]. 2020;30(4):1633–8. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s40670-020-01049-1>
8. Rieger KL, Chernomas WM, McMillan DE, Morin FL. *The arts as a catalyst for learning with undergraduate nursing students: findings from a constructivist grounded theory study*. Arts Health [Internet]. 2020;12(3):250–69. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1080/17533015.2019.1608569>
9. Oliveira LC, Costa AT da, Ponte ML da, Carvalho MN, Sousa Júnior SC de, Melo SP. A *Eficácia do Body Painting no Ensino – Aprendizagem da Anatomia: um Estudo Randomizado*. Rev Bras Educ Med [Internet]. 2020;44(2). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1590/1981-5271v44.2-20190162>
10. Bell LTO, Evans DJR. *Art, anatomy, and medicine: Is there a place for art in medical education?: Art, Anatomy, and Medical Education*. Anat Sci Educ [Internet]. 2014;7(5):370–8. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1002/ase.1435>
11. Rodenhauser P, Strickland MA, Gambala CT. *Arts-related activities across U.S. medical schools: a follow-up study*. Teach Learn Med [Internet]. verano de 2004;16(3):233–9. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1207/s15328015tlm1603_2
12. Marr B, Mickey SH, Blythe SG, Baruch J. *The weight of pain: What does a 10 on the pain scale mean? An innovative use of art in medical education to enhance pain management*. J Pain Symptom Manage [Internet]. 2019;57(6):1182–7. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jpainsymman.2019.03.016>
13. Jariyapong P, Punsawad C, Bunratsami S, Kongthong P. *Body painting to promote self-active learning of hand anatomy for preclinical medical students*. Med Educ Online [Internet]. 2016;21(1):30833. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3402/meo.v21.30833>
14. Finn GM. *Using body painting and other art-based approaches to teach anatomy*. En: Teaching Anatomy. Cham: Springer International Publishing; 2015. p. 155–64.
15. Shapiro L, Hobbs E, Keenan ID. *Transforming musculoskeletal anatomy learning with haptic surface painting*. Anat Sci Educ [Internet]. 2023;16(4):677–93. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1002/ase.2262>
16. Op Den Akker JW, Bohnen A, Oudegeest WJ, Hillen B. *Giving color to a new curriculum: bodypaint as a tool in medical education*. Clin Anat [Internet]. 2002;15(5):356–62. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1002/ca.10049>
17. Barmaki R, Yu K, Pearlman R, Shingles R, Bork F, Osgood GM, et al. *Enhancement of anatomical education using augmented reality: An empirical study of body painting*. Anat Sci Educ [Internet]. 2019;12(6):599–609. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1002/ase.1858>
18. McMenamin PG. *Body painting as a tool in clinical anatomy teaching*. Anat Sci Educ [Internet]. 2008;1(4):139–44. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1002/ase.32>



Recibido: 07.2025

Aceptado: 11.2025



Revista Argentina de Anatomía Online
2025, Vol. XVI, N° 2 pp. 61-66



ARGENTINA

Complejidad anatómica de la arteria carótida interna a nivel intracavitario en caninos: Un estudio morfológico

Anatomical complexity of the ICA intracavitary in canines: A morphological study

Genoud, Pablo; Paltenghi, Alejandra; Ferraro, Julieta; Pellegrino, Fernando; Vidal Figueiredo, Ramiro
Universidad de Buenos Aires [UBA]. Facultad de Ciencias Veterinarias, Cátedra de Anatomía.
Buenos Aires, Argentina

E-mail de autor: Pablo Genoud pgenoud@fvet.uba.ar

Resumen

La Arteria Carótida Interna (ACI) es crucial para la irrigación del encéfalo en caninos. Sin embargo, su recorrido y relaciones intracraneanas están escasamente descritos en la bibliografía actual.

El objetivo de este trabajo fue describir el trayecto de la ACI desde su entrada por la incisura carotídea hasta la emisión de sus colaterales al círculo arterial del cerebro.

Se disecaron 15 cabezas de caninos de diferentes conformaciones morfológicas. Los especímenes fueron inyectados con formol al 15 % por vía Arteria Carótida Común.

Las arterias y venas fueron inyectadas con látex coloreado de rojo y azul respectivamente, para permitir su identificación.

La disección se realizó con instrumental de neurocirugía tradicional y se utilizaron lupas binoculares de diferentes aumentos.

Luego de su ingreso a la cavidad craneana a través de la incisura carotídea, la ACI se ubica en el piso de la fosa craneana caudal. Al ingresar, perfora la duramadre, y posteriormente ingresa a los senos venosos.

El recorrido intracraneano de la ACI presenta tres porciones: la primera realiza un trayecto vertical desde la escotadura carotídea, perforendo el seno venoso petroso ventral, y llega hasta alcanzar el límite con el ápex de la porción petrosa del hueso temporal. Luego, gira abruptamente, posicionándose en forma horizontal (segunda porción), continuando hacia rostral por el seno cavernoso (SC) alojado en la fosa craneana media. Su longitud varía dependiendo de la conformación craneana.

Durante su recorrido, emite una arteria anastomótica con la Arteria Oftálmica Externa.

Por último, se dirige hacia dorsal (tercera porción) sobre la parte medial del proceso clinoideo rostral, donde perfora el techo del SC, atravesando la duramadre en la región parasellar. En este punto, la arteria se trifurca, aportando colaterales al polígono arterioso del cerebro. En la mayoría de los especímenes disecados, la ACI se encontró en el interior del SC, pero en dos de ellos se encontró formando parte de la pared lateral del SC sin ubicarse en su interior.

Estos hallazgos resaltan la complejidad de las relaciones anatómicas y la variabilidad en la longitud de las porciones intracraneanas de la ACI. Este trabajo contribuye al conocimiento sobre la ACI en caninos y subraya la importancia de futuras investigaciones para comprender mejor su papel en la irrigación cerebral, y las implicaciones clínicas y quirúrgicas asociadas.

Palabras clave: arteria carótida interna, canino, recorrido, intracraneano

Abstract

The internal carotid artery (ICA) is essential for the vascular supply of the canine brain, yet its intracranial course and anatomical relationships remain insufficiently described in the current literature.

This study aimed to characterize the trajectory of the ICA from its entry through the carotid incisure to the point at which it gives off its collateral branches to the cerebral arterial circle.

Fifteen canine heads of diverse morphological conformations were dissected. Specimens were perfused with 15% formalin through the common carotid artery, and arteries and veins were injected with red and blue latex, respectively, to facilitate identification.

Dissection was performed using standard microsurgical instruments and binocular loupes of varying magnification.

After entering the cranial cavity through the carotid incisure, the ICA lies on the floor of the caudal cranial fossa. It perforates the dura mater and courses within the venous sinuses.

Its intracranial pathway comprises three segments: (1) a vertical segment ascending from the carotid incisure through the ventral petrosal venous sinus to the apex of the petrous part of the temporal bone; (2) a horizontal segment extending rostrally through the cavernous sinus (CS), where its length varies with cranial conformation and where it gives rise to an anastomotic branch to the external ophthalmic artery; and (3) a dorsal segment that curves over the medial aspect of the rostral clinoid process, perforating the roof of the CS and traversing the dura mater in the parasellar region.

At this point, the artery trifurcates, providing collateral branches to the cerebral arterial circle. In most specimens, the ICA coursed within the CS; however, in two cases it was incorporated into the lateral wall of the sinus.

These findings highlight the complexity and variability of the intracranial ICA in dogs.

This study contributes new anatomical detail and supports further research into its functional significance and clinical and surgical implications.

Keywords: internal carotid artery, canine, course, intracranial

Introducción

La arteria carótida interna (ACI) (arteria carotis interna) es el vaso que aporta el mayor caudal a la irrigación del encéfalo en caninos. Sin embargo, su recorrido, ramas y relaciones intracavitarias están escasamente descritos en la bibliografía actual.

En los caninos, la arteria carótida común (a. carotis communis) se origina del tronco bicarotídeo (truncus bicaroticus), que a su vez se origina del tronco braquiocefálico (truncus brachicephalicus) a nivel del tórax. Realiza su recorrido en el cuello dentro de la vaina carotídea (vagina carotida) junto con el tronco vagosimpático (truncus vagosympathicus) y la vena yugular interna (v. jugularis interna).

Las arterias terminales son la arteria carótida externa (a. carotis externa) y la arteria carótida interna. Luego de su origen, la ACI presenta un recorrido extracraneano e intraóseo (canal carotideo), para continuar a posterior con un recorrido intracraneano.^{1,2,3,4,5}

Dentro de la cavidad craneana, la ACI presenta un recorrido en una pequeña región denominada paraselar. La misma se ubica en relación a la región selar, esta última determinada por la silla turca o fosa hipofisiaria. Esta región contiene estructuras anatómicas complejas, estrechamente relacionadas, y posee gran relevancia clínica, neurológica y oftálmica, sin embargo, actualmente, en los caninos no se encuentra descripta en detalle en la bibliografía.

La región paraselar se encuentra ubicada hacia los laterales de la región selar. La región selar contiene a la silla turca (sella turcica), la hipófisis (hypophysis) y el seno esfenoidal (sinus sphenoidalis).^{1,2,3,4,6}

Dentro de la región paraselar, se pueden observar varios elementos anatómicos relevantes: a nivel sanguíneo los senos cavernosos (sinus cavernosus) (SC), los senos petrosos ventrales (sinus petrosus ventralis), las arterias carótidas internas (a. carotis interna) y el círculo arterial del cerebro (circulus arteriosus cerebri); a nivel nervioso los nervios craneanos (NC) III, IV, V, VI y el plexo carotídeo (plexus caroticus); y a nivel meníngeo, la duramadre (dura mater encephali) con su diafragma selar (diaphragma sellae), y la aracnoides (arachnoidea encephali).

Algunas de las estructuras vasculares son reconocidas por colaborar con el sistema de termorregulación encefálico, a través de las anastomosis venosas entre la órbita, la cara y el cerebro.

El pasaje de la ACI por dentro de los SC, colabora con la termorregulación de la sangre proveniente del corazón,

previo a la formación del círculo arterial. Las paredes del SC se encuentran delimitadas por elementos osteo-menígeos. Estas paredes presentan importantes relaciones neurovasculares. Los límites dorsal, medial y lateral de cada SC están conformados por paredes fibrosas derivadas de la duramadre; mientras que la pared ventral es ósea, formada por el cuerpo del hueso basiesfenoides.⁷

Objetivo

El objetivo de este trabajo fue describir el recorrido intracavitario de la ACI, sus relaciones anatómicas y ramas colaterales, desde su entrada a la cavidad craneana hasta la emisión de sus colaterales al círculo arterial del cerebro.

Materiales y métodos

Se disecaron 15 cabezas de caninos de diferentes conformaciones morfológicas, razas y edades. Los cadáveres fueron obtenidos por el servicio de campo de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad de Buenos Aires (UBA).

Se canalizaron la arteria carótida común (a. carotis communis) izquierda y derecha, y la vena angular del ojo (v. angularis oculi) izquierda y derecha. Las piezas fueron fijadas mediante la perfusión intravascular de una solución de formal tamponado al 15%.

Previamente, en los casos que así lo requirieron, se realizó un lavado con agua tibia, con el fin de eliminar coágulos que pudieran impedir el pasaje del látex a través de los vasos.

A continuación, fueron inyectados con látex coloreado: rojo para la repleción de las arterias, y azul para las venas, con el objetivo de permitir su correcto reconocimiento.

La disección se abordó desde dorsal de la cabeza, retirando la piel y la musculatura, mediante las técnicas convencionales.

Se retiró la pared dorsal de la cavidad craneana utilizando un torno. Se conservó sólo el piso de dicha cavidad. Por último, se retiraron las meninges que recubren el encéfalo. La disección del tejido nervioso se realizó con instrumental de cirugía y neurocirugía tradicionales.

Se utilizó una lupa binocular con aumentos 2x y 3x para observar y describir las estructuras más pequeñas.

Resultados

El recorrido de la ACI, dentro de la cavidad craneana, presenta una disposición clara en tres tramos evidentes en todos los caninos estudiados. (Fig. 1)

En los humanos, la arteria presenta una disposición sigoidea.⁸ En cambio, en los caninos, a pesar de representar una letra S, los tramos son más rectos que curvos. La primera porción comienza de manera oblicua, presentando una dirección desde ventrolateral hacia dorsomedial. La segunda porción se continúa en forma horizontal, de caudal a rostral.

La última porción toma una posición vertical, de ventral a dorsal. La mayor parte de este recorrido, la ACI se encuentra ubicada en el interior de los senos venosos que se encuentran en el piso de la cavidad craneana.

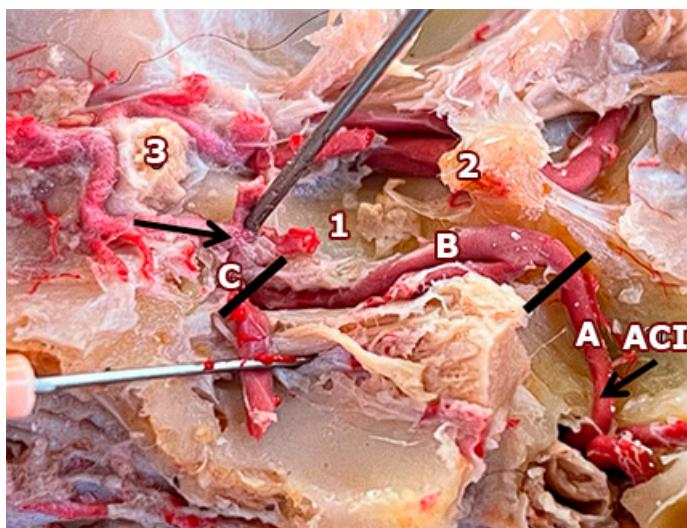


Fig. 1: Vista lateral izquierda de una disección vascular de la región Paraselar, identificando la ACI (Arteria Carótida Interna) del lado izquierdo en su recorrido intracavitario, las flechas muestran el comienzo y final de recorrido. A) Primer tramo de la ACI; B) Segundo tramo de la ACI; C) Tercer tramo de la ACI; 1) Fosa Hipofisiaria; 2) Dorso de la silla; 3) Quiasma óptico.

En base a la disposición espacial descrita, el primer tramo de la ACI comienza en la incisura carotídea (incisura carotica).

En ese punto, la arteria ingresa a la fosa craneana caudal, perforando la primera hoja de la duramadre para continuar su recorrido en el interior del seno venoso petroso ventral. Avanza en sentido vertical y medial, hasta llegar al origen de la vena intercavernosa caudal, que es una afluente del seno cavernoso.⁵

Durante este trayecto, la ACI emite arterias meníngneas que se distribuyen por el piso de la fosa craneana caudal.

Se relaciona, a su vez, con el nervio abducens (NC VI), el cual cruza por dorsal a la arteria, para continuar por dentro del seno cavernoso, posicionándose a lateral del ramo anastomótico. (Fig. 2)

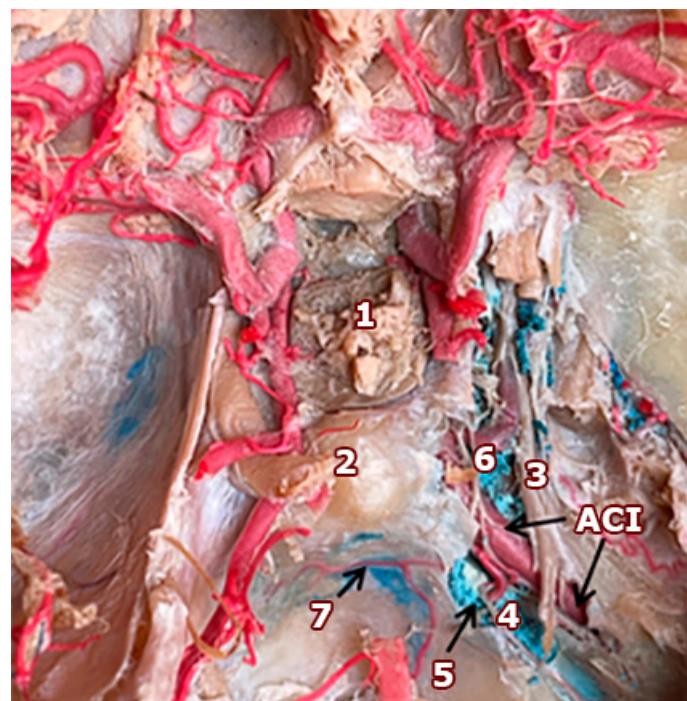


Fig. 2: Vista dorsal de una disección de la región Selar y Paraselar, se disecó el techo del seno cavernoso para identificar la ACI del lado derecho en su recorrido. ACI Arteria Carótida Interna; 1) Hipófisis; 2) Dorso de la Silla; 3) N. Abducens; 4) Seno petroso ventral; 5) Arteria Meníngea; 6) Seno cavernoso; 7) Seno intercavernoso caudal.

El segundo tramo de la ACI comienza cuando se curva para ingresar a la fosa craneana media. Se posiciona en forma horizontal y continua su recorrido dentro del SC. (Fig. 3)

La longitud de este segmento varía dependiendo de la conformación craneana. Dentro del mismo, se observa el origen de tres ramas colaterales. La primera arteria que emite hacia medial, después de sobreponer el dorso de la silla turca, es la arteria intercarotidea caudal que, como su nombre lo indica, se encuentra interconectada entre las dos arterias carótidas internas.

Esta arteria realiza su recorrido acompañada por la vena intercavernosa rostral. La segunda arteria que emite hacia lateral es el ramo anastomótico con la Arteria Oftálmica Externa (AOE).

Este ramo discurre paralelamente a la ACI hasta llegar a la fisura orbitalia, la cual atraviesa para salir de la cavidad craneana y anastomosarse con la AOE. La tercera arteria que emite hacia medial es la arteria intercarotidea rostral.

Una vez que emite esta última colateral, la ACI se curva para luego continuar con el próximo y último segmento. Las anastomosis intracraneanas con las arterias oftálmicas, etmoidales y maxilares; como la emisión de ramas hipofisiarias proveniente de la arteria intercarotidea caudal y rostral son descriptas por diferentes autores.^{3,9,10,11,12}

En la mayoría de los especímenes disecados, este segundo tramo de la ACI se encontró en el interior del SC. Como variante anatómica, en dos de ellos formaba parte de la pared lateral del seno, sin ubicarse en su interior.

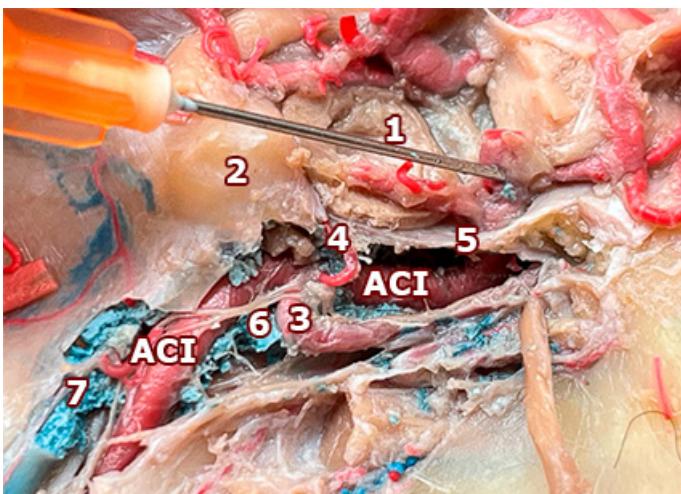


Fig. 3: Vista lateral derecha de una disección de la región Selar y Paraselar, identificando la ACI en su recorrido por dentro de los senos venosos. ACI) Arteria Carótida Interna; 1) Hipofisis; 2) Dorso de la Silla; 3) Anastomosis con la Art. Oftálmica Externa; 4) Art. Intercarotidea caudal; 5) Ligamento Interclinoideo; 6) Seno cavernoso; 7) Seno petroso ventral.

El tercer y último tramo comienza dentro del SC, a la altura del proceso clinoideo rostral. En este punto, adopta una orientación vertical hasta alcanzar el espacio subaracnoideo para luego emitir las arterias terminales.^{9,11}

Durante su ascenso, la arteria se ubica entre la cara medial del proceso clinoideo rostral y el quiasma óptico, donde atraviesa la segunda hoja de la duramadre del diafragma selar para llegar a la aracnoides. (**Fig. 4**)

En este punto, la arteria se trifurca, aportando los ramos comunicantes rostral y caudal, y la arteria cerebral rostral. Estas tres arterias forman el círculo arterial del cerebro.

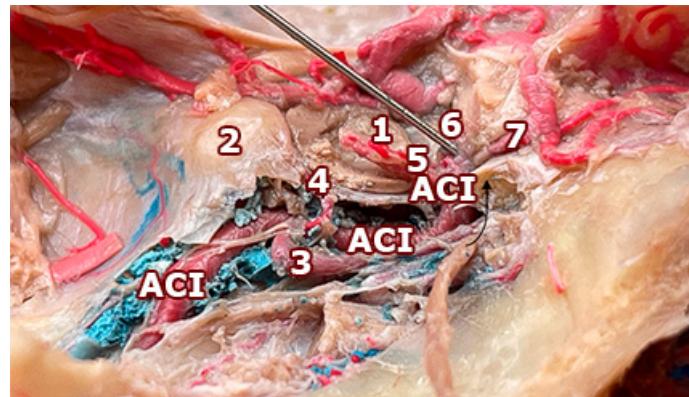


Fig. 4: Vista lateral derecha de una disección de la región Selar y Paraselar, identificando la ACI del lado derecho en su recorrido por dentro del seno cavernoso, se retiró el ligamento Interclinoideo (Figura 3.5.) para poder observar como la arteria perfora la duramadre para llegar a la aracnoides y conformar el círculo arterioso cerebral, la flecha muestra el tercer tramo. ACI) Arteria Carótida Interna; 1) Hipofisis; 2) Dorso de la Silla; 3) Anastomosis con la Art. Oftálmica Externa; 4) Art. Intercarotidea caudal; 5) Art. Comunicante caudal; 6) Art. Cerebral Media; 7) Art. Cerebral rostral.

Discusión

La región paraselar constituye un área anatómicamente compleja tanto en medicina humana como veterinaria, debido a la enorme cantidad de estructuras sanguíneas, nerviosas y fibrosas, cuya integridad y funcionamiento están implicados en diversas patologías encefálicas.

En este contexto, la ACI representa un elemento central para la comprensión de la irrigación cerebral y para la planificación de abordajes neuroquirúrgicos. Sin embargo, la bibliografía veterinaria disponible, describe un trayecto global, sin detallar características de relación en su recorrido intracraneano, como así de sus arterias colaterales.

La localización y trayecto de la ACI a nivel intracavitario, así como sus ramas y relaciones anatómicas, resultan esenciales para el estudio de la región paraselar.

En humanos, la ACI intracraneana se caracteriza por un trayecto sigmoideo complejo, con varios segmentos definidos y curvaturas pronunciadas dentro del seno cavernoso.⁸

Esa morfología es fundamental para la interpretación imagenológica y para la cirugía endoscópica transvenosa y transcavernosa, donde la arteria constituye un punto de referencia obligado.^{13,14,15}

En contraste, nuestros resultados muestran que, aunque la ACI canina también adopta una disposición general en "S", su organización es marcadamente más lineal, con segmentos predominantemente rectos y una menor amplitud

de curvaturas. Esta descripción coincide parcialmente con las observaciones clásicas de Barone (2010),⁵ quien menciona la menor complejidad del trayecto intracavernoso en especies domésticas, pero no detalla la configuración segmentaria identificada en este trabajo.

Los hallazgos de este estudio confirman que la mayor parte del trayecto intracraneano de la ACI discurre efectivamente dentro de los senos venosos —principalmente el seno petroso ventral y el seno cavernoso— y permiten delimitar con precisión qué segmentos se alojan en cada fosa.

De esta manera, se aporta una descripción más detallada que la bibliografía previa, que tendía a simplificar este recorrido.

En medicina veterinaria, el conocimiento anatómico detallado de la región paraselar aún se encuentra en desarrollo. Uno de los factores que limita su comprensión es la escasa descripción bibliográfica actual de las estructuras que la conforman y sus relaciones topográficas.^{6,7}

La identificación de una variante anatómica en la cual la ACI forma parte de la pared lateral del seno cavernoso, en lugar de encontrarse completamente inmersa en él, constituye un aporte novedoso para la anatomía comparada. Aunque en humanos las variantes en la posición intracavernosa de la ACI han sido ampliamente reconocidas y tienen implicancias quirúrgicas, en perros esta variabilidad no había sido documentada hasta la fecha.

Este hallazgo subraya la necesidad de considerar la morfología individual en procedimientos que comprometan la región paraselar. La disposición de las colaterales intracraneanas también muestra similitudes y diferencias con la anatomía humana.

En ambas especies existe un sistema de conexiones intercarotídeas y ramos que participan del círculo arterial del cerebro; la presencia de arterias intercarotídeas caudal y rostral bien definidas en caninos —descritas por Orsi (2006) y Gillilan (1976)— se correlaciona estrechamente con lo observado en este trabajo, donde su origen y disposición pudieron ser confirmados.

La variabilidad en la longitud de la porción intracavernosa entre animales braquicéfalos y dolicocéfalos también coincide con lo sugerido en estudios hemodinámicos recientes, reforzando la influencia de la conformación craneana sobre el patrón vascular. La confirmación de que la ACI atraviesa ambos senos venosos en segmentos bien delimitados permite anticipar zonas de riesgo vascular durante abordajes transesfenoidales o paraselares.¹⁶

Desde el punto de vista clínico, la información aportada por este estudio tiene consecuencias directas en la planificación de procedimientos neuroquirúrgicos, endoscópicos y en la interpretación de estudios de imagen avanzados.

Finalmente, la identificación de tres segmentos intracraneanos bien diferenciados contribuye a establecer una nomenclatura más precisa para futuras investigaciones y facilita la comparación con la literatura humana, donde la sectorización es un elemento clave para la práctica neuroquirúrgica.

Considerando la creciente aplicación de técnicas diagnósticas como la angiotomografía, la angioresonancia o la ecografía Doppler extracraneal, la descripción detallada del trayecto intracraneano de la ACI en caninos constituye un aporte necesario y actual para el campo de la neuroanatomía veterinaria.⁷

Conclusiones

El estudio del pasaje de la ACI dentro de la cavidad craneana y de los senos venosos, permitió caracterizar tres tramos bien definidos.

Cada tramo es definido por su orientación y sus relaciones topográficas dentro de cada fosa craneana. Estos tramos o segmentos mostraron patrones anatómicos consistentes con estructuras nerviosas (nervio abducens y quiasma óptico), meníngreas (duramadre y aracnoides) y sanguíneas (senos venosos); así como la emergencia de las arterias colaterales.

La sectorización propuesta de la ACI, junto a la descripción de las variaciones morfológicas identificadas, aportan información fundamental para mejorar la planificación de los procedimientos neuroquirúrgicos y endoscópicos de la base del cráneo. Estas observaciones destacan la necesidad de integrar la variabilidad anatómica en la interpretación de estudios comparativos y aplicaciones veterinarias.

Los hallazgos sobre la ACI en los caninos constituyen una base sólida para el entendimiento de la anatomía neurovascular canina a nivel de la región paraselar. Este aporte, habilita el planteo de posibles abordajes quirúrgicos en la región, conociendo su arquitectura anatómica, permitiendo ser más seguros y eficaces.

No obstante, es necesario continuar profundizando la investigación sobre la región paraselar en caninos, de modo que se siga ampliando la base anatómica, para optimizar los abordajes diagnósticos y terapéuticos en enfermedades neurológicas.

Referencias

1. Barone R., Simoens P. *Anatomie comparée des mammifères domestiques. Neurologie ii. Système nerveux périphérique. Glandes endocrines.* Esthésiologie. Vigot freres, Paris. 2010. Tome 7. pp 19-77.
2. Dyce, Sack and Wensing's; *Textbook of veterinary anatomy*. Fifth edition. Edition isbn: 9780323442640. 2018.
3. Evans H.E. «*Miller's anatomy of the dog*». W.b. 3rd. Ed. Saunders co. Philadelphia, USA. 1993. pp 545-578; 815-816.
4. Getty R. *Anatomía de los animales domésticos de Sisson y Grossman*. Tomo ii. 5ta. Edición. Salvat Editore. 1982. pp 1765-1775.
5. Barone R., Simoens P.; *Anatomie comparée des mammifères domestiques*. Tome 7. Angiologie. Vigot freres, Paris. 2010. pp: 487-489.
6. Vidal figueredo, R.J.; Genoud, P.; Rapela, F.; Ferraro, J.; Vega, M.; Naccarato, H.; Pellegrino, F. *Anatomía de las relaciones nerviosas de la región paraselar del canino*. Revista argentina anatomía online; 2018. IX (1): 8 – 13.
7. Genoud, P.; Pellegrino, F.C.; Vidal Figueiredo, R.J.; Ferraro, J. *Hallazgos inéditos en la duramadre paraselar de los caninos: descripción de los ligamentos petrocínoideos e intercínoideo*. Revista argentina anatomía online; 2025. XVI (1): 21-26.
8. Acosta Izquierdo, L.; Parra Fuentes, F.A.; Mora Salazar, J.A.; Tramontini Jens, C. *Anatomía de la arteria carótida interna en Angiotc y angioresonancia*. Rev. Medica Sanitas. 2016. 19(1): 50-55.
9. De Lahunta A, Glass E, Kent M. *Neuroanatomy Gross Description and Atlas of Transverse Sections and Magnetic Resonance Images*. In: de Lahunta A, Glass E, Kent M (Eds): De Lahunta's Veterinary Neuroanatomy and Clinical Neurology. Elsevier, Philadelphia 2021. pp. 6-44.
10. Gillilan, L. A. *Extra-and intra-cranial blood supply to brains of dog and cat*. American Journal of Anatomy, 1976. 146(3), pp: 237-253.
11. Orsi, M. A.; Domeniconi, F. R.; Artoni, B. S. M. & G. Filho, J. *Carotid arteries in the dog: Structure and histophysiology*. Int. J. Morphol., 2006. 24(2):239-244.
12. Jewell, P. A. *The anastomoses between internal and external carotid circulations in the dog*. Journal of anatomy. 1952. 86 (Pt 2), 83; 85-57.
13. Ming-Yin Lan et.al. *Endoscopic endonasal transcaervous approach for invasive corticotroph pituitary adenoma*. Neurosurgical Focus Video. 2020. 2 (2):V2. <https://the-jns.org/video/view/journals/neurosurg-focus-video/2/2/article-pV2.xml>
14. Sole, H. Capítulo 4: *Región Selar – Hipófisis*. 2022. <https://www.ranc.com.ar/index.php/revista/article/download/430/494/>
15. Viscuso, M. *Anatomía quirúrgica del proceso anterior y del espacio clinoideo*. Rev. Arg. Anat. Onl. 2013. 4(4): 139 – 147.
16. Igor Šulla; Slavomír Horňák. *Canine cerebral circulation: a review*. University of Veterinary Medicine and Pharmacy, Department of Morphological Disciplines, Small Animal Clinic, Košice, Slovakia. ACTA VET. 2024. BRNO 93: 405–415; <https://doi.org/10.2754/avb202493040405>.



Recibido: 02.2025

Aceptado: 06.2025



Revista Argentina de Anatomía Online
2025, Vol. XVI, N° 2 pp. 67-71



ARGENTINA

Relación topográfica y organización anatómica de la cauda equina de la llama (lama glama)

Topographic relationship and anatomical organization of the cauda equina of the llama (lama glama)

Genoud, Pablo; Pellegrino, Fernando; Ferraro, Julieta; Rapela, Federico; Vidal Figueredo, Ramiro
Universidad de Buenos Aires [UBA] Facultad de Ciencias Veterinarias, Cátedra de Anatomía I y II, Ciudad de Buenos Aires, Argentina

E-mail de autor: Pablo Genoud pgenoud@fvet.uba.ar

Resumen

El objetivo principal del estudio se basa en la descripción de la estructura externa y topografía de la cauda equina de la llama (Lama glama), sus relaciones en el interior del canal vertebral y las estructuras asociadas (filum terminal, cauda equina). Este trabajo no está enfocado exclusivamente a tener una descripción anatómica, sino que pretende transferir los resultados morfológicos a sus aplicaciones en Medicina Veterinaria, principalmente al campo semiológico, clínico, quirúrgico y la aplicación práctica en las diferentes técnicas anestésicas locales y regionales (ej: anestesia epidural).

Las disecciones se realizaron en diez ejemplares adultos de la especie en estudio. En todos los casos se procedió a inyectar una solución de formaldehído al 10% a través de la arteria carótida común (a. carotis communis), con el fin de conservar los preparados. Las disecciones se realizaron siguiendo el protocolo de rutina y utilizando el instrumental tradicional. Se utilizó una lupa estereoscópica con luz incorporada para observar en detalle las estructuras anatómicas.

En este trabajo se describe la cauda equina de la llama (Lama glama) como también los últimos segmentos lumbaros, tomando como base los hallazgos en las disecciones de diez animales adultos, de ambos性 (2 machos y 8 hembras). En esta especie el cono medular se encontró formado por los segmentos medulares L6, L7, S1, S2, S3, S4, S5 y Cc1-Cc2-Cc3-Cc4, finalizando éste sen dorsal del cuerpo de la vértebra S2. Los nervios que emergen de estos segmentos de la médula espinal conforman parte del plexo lumbosacro que inerva en forma sensitiva y motora a las estructuras anatómicas del miembro pelviano y a los músculos somáticos del cinturón pélvico, perineo y cola, como también mediante el sistema autónomo, algunos órganos como la vejiga, recto y órganos del aparato reproductor.

No se encontraron diferencias entre los individuos de diferentes sexos en cuanto a la estructura y topografía del cono medular y elementos asociados, pero si se observaron diferencias anatómicas con el resto de las especies domésticas.

Palabras Clave: Llama, extremidad caudal de la médula espinal, filum terminal, cauda equina

Abstract

The main objective of the study is based on the description of the external structure and topography of the caudal equina in the llama (Lama glama), its relationships inside the vertebral canal and the associated structures (filum terminal, cauda equina). It is not exclusively focused from the anatomical point of view, but it intends to transfer the morphological results to its applications in Veterinary Medicine, mainly to the semiological, clinical, surgical field and the practical application in the different local and regional anesthetic techniques (eg: epidural anesthesia).

The dissections were performed on ten adult specimens of the species under study, from the town of González Moreno – Province of La Pampa; destined for disposal for different reasons. They were provided by the field administration of the Faculty of Veterinary Sciences of the University of Buenos Aires. In all cases, a 10% formaldehyde solution was injected through the common carotid artery (A. carotis communis), in order to preserve the preparations. Dissections were performed following the routine protocol and using traditional instruments. A stereoscopic magnifying glass with built-in light was used to observe the anatomical structures in detail.

In this work, describes the cauda equina of the llama (Lama glama) as well as the last lumbar segments are described, based on the findings in the dissections of ten adult animals, of both sexes (2 males and 8 females). In this species, the conus medullaris was found to be formed by the medullary segments L6, L7, S1, S2, S3, S4, S5 and Cc1-Cc2-Cc3-Cc4, ending on the body of the S2 vertebra. The nerves that emerging from these segments of the spinal cord form part of the lumbo-sacral plexus which innervates in a sensory and motor way the anatomical structures of the pelvic limb and the somatic muscles of the pelvic girdle and perineum, as well as some organs such as the bladder, anus and tail.

No differences were found between individuals of different sexes regarding the structure and topography of the conus medullaris and associated elements, but anatomical differences were observed with the rest of the domestic species.

Keywords: Llama, caudal extremity of the spinal cord, filum terminale, cauda equina

Introducción

El objetivo del presente estudio comprende la descripción detallada de la estructura externa y la topografía de la cauda equina de la llama (*Lama glama*) junto a los últimos segmentos lumbares, en relación con el canal vertebral a nivel lumbosacro y a las estructuras anatómicas relacionadas con ella (filum terminal, cauda equina).

Los camélidos sudamericanos forman un pequeño grupo zoológico clasificado taxonómicamente en el orden Artiodactyla, suborden Tylopoda y familia Camelidae; sus géneros incluyen a *Lama* y *Vicugna*, para los denominados Camélidos del Nuevo Mundo y *Camelus* para aquellos del Viejo Mundo. Los primeros, se agrupan en dos especies domésticas, la llama y la alpaca y dos especies silvestres, la vicuña y el guanaco.¹

Todos ellos desempeñan roles de lo más diversos, desde ser la única fuente de ingresos de la economía familiar en zonas marginales de varios países sudamericanos, hasta constituirse en un ejemplar sofisticado para deporte u ornamento.

Considerando lo expuesto, se comprende que la Medicina Veterinaria ha debido dedicarles una atención especial a estos animales, de allí que este estudio aborda aspectos anatómicos, con el fin de transferir los resultados a las diferentes ramas de la práctica veterinaria, especialmente a aquellas que incluyen maniobras de la práctica diaria como son las diferentes técnicas anestésicas, tanto locales como regionales.

Materiales y método

Las disecciones se realizaron en diez ejemplares adultos de la especie en estudio, provenientes de la localidad de González Moreno, Provincia de La Pampa; destinados a descarte por diferentes motivos. Los mismos fueron provistos por la administración de campo de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad de Buenos Aires.

En todos los casos se procedió a inyectar una solución de formaldehído al 10% a través de la arteria carótida común (a. carotis communis), con el fin de conservar los preparados.

Durante la disección, las piezas se colocaron en piletas con soluciones acuosas conservadoras constituidas por: formaldehído al 7%, ácido fénico al 5%, alcohol etílico 15%, glicerina 20% y propilenglicol 15%.

Las disecciones se realizaron siguiendo el protocolo de rutina y utilizando el instrumental tradicional. Se utilizó una

lupa estereoscópica con luz incorporada para observar en detalle las estructuras anatómicas.

Abordada la médula espinal, se identificaron los nervios espinales utilizando el sistema alfanumérico de uso actual en anatomía veterinaria, según el foramen intervertebral (foramen intervertebrale) por el que emerge el tronco nervioso.

Se debe tener en cuenta que los nervios espinales lumbares y sacros emergen por el foramen que queda formado entre las dos escotaduras vertebrales, siendo la vertebra craneal que forma parte de dicho foramen, de la cual recibe el nombre el nervio espinal correspondiente. Así, el nervio espinal L6 emerge por el foramen intervertebral ubicado entre la sexta y la séptima vértebras lumbares. Identificado el nervio se describió el recorrido en busca de sus raíces nerviosas con la finalidad de identificar la posición y correspondencia de cada uno de los segmentos medulares dentro del canal vertebral.

Resultados

Al realizar la apertura del canal vertebral, se observó que la intumescencia lumbosacra presenta un gran desarrollo aun sin haber retirado las envolturas meníngeas, (abarcando la extensión de los segmentos espinales L4 a L7).

La cauda equina y los segmentos lumbares caudales que se disecaron de la médula espinal fueron los segmentos L6, L7, S1, S2, S3, S4, S5, Cc1, Cc2, Cc3 y Cc4. (Fig.1)



Fig. 1: Vista dorsolateral izquierda de la región lumbosacra, se retiraron los arcos vertebrales para visualizar la extremidad caudal de la médula espinal y sus correspondientes raíces nerviosas. La medula espinal se encuentra envuelta por las meninges. Se encuentran identificadas las últimas vértebras lumbares, sacras y las primeras caudales; y las flechas marcan la emergencia de los nervios correspondientes a cada segmento medular. A- Medula espinal; B- Proceso transverso de L7; C- Ala del Ilión

Se halló que el segmento medular L6, se encuentra ubicado dorsal al cuerpo de la sexta vértebra lumbar; las raíces nerviosas correspondientes realizan un corto trayecto casi transversal, dentro del canal vertebral para luego confluir y formar el tronco nervioso L6 que emerge por el foramen intervertebral L6, en relación con el pedículo caudal de la vértebra L6, casi sin relacionarse al disco intervertebral correspondiente.

El segmento medular L7 se ubica dentro del canal vertebral, relacionándose a la mitad caudal de L6, espacio intervertebral L6-L7 y mitad craneal de L7, relacionándose con el disco intervertebral L6-L7. Las raíces del nervio L7 realizan su recorrido dentro del canal vertebral en relación con el cuerpo de L7, para conformar el tronco nervioso del mismo nombre en relación a la escotadura vertebral caudal de L7 y luego emerger por el foramen intervertebral L7.

El segmento medular S1 se ubica a dorsal del cuerpo vertebral L7 y parte del espacio lumbosacro, las raíces se proyectan en dorsal del espacio L7-S1 en relación con el disco intervertebral y discurren caudalmente hasta relacionarse al cuerpo de S1; en el interior del canal ambas raíces confluyen formando el nervio S1, cuyas ramas emergen por los primeros forámenes sacrales dorsales y ventrales. (**Fig. 2**)

Caudalmente al segmento medular S1, el tamaño de los segmentos espinales disminuye considerablemente, y se observa a partir de allí la formación del cono medular.

El segmento medular S2 se localiza a dorsal del disco intervertebral L7-S1 y del cuerpo de la vértebra S1.

Los segmentos medulares S3, S4, S5, Cc1 y Cc2 se hallan por completo en dorsal de la primera vértebra sacra. En ocho de los diez ejemplares disecados los segmentos Cc3 y Cc4 se situaron dorsalmente al cuerpo de S2, en los dos restantes lo hicieron dorsales al extremo caudal de S1. (**Fig. 3**)

Desde este punto hacia caudal deja de observarse tejido espinal y se continúa con una agrupación constituida por células gliales y ependimarias, el filum terminal (filum terminal), éste se une al filum de la duramadre (filum durae matris spinalis) en la porción más caudal del saco dural (aproximadamente a nivel del cuerpo de la vértebra S3) y a través de este último insertándose al finalizar el canal vertebral en la vértebra Cc4. (**Fig. 4**)

El resto de las raíces nerviosas caudales a S1, realizan su recorrido íntegramente sobre el piso del hueso sacro en busca de emerger por su respectivo foramen, dando la característica forma de "cauda equina". Las raíces S5 a Cc4

recorren el canal vertebral relacionándose a las articulaciones intercentrales correspondientes a la vértebra craneal a la que le da su nombre, en búsqueda de su respectivo foramen.

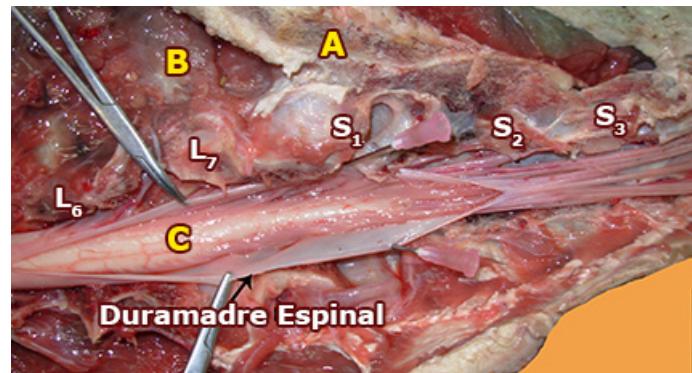


Fig. 2: Vista dorsal de la región lumbosacra, se retiraron los arcos vertebrales y luego se incidió la duramadre para visualizar la extremidad caudal de la médula espinal, observándose la intumescencia lumbosacra recubierta por leptomeninges. A- Ala del Ilión; B- Proceso transverso de L7; C- Intumescencia lumbosacra

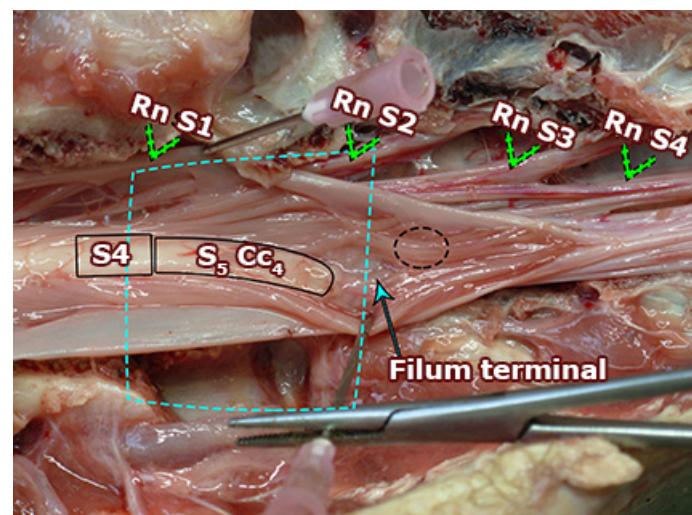


Fig. 3: Vista dorsal de la región lumbosacra, se retiraron los arcos vertebrales y luego se incidió la duramadre para visualizar la extremidad caudal de la médula espinal, se puede observar el último segmento medular coccígeo (Cc4) coincidiendo con el cuerpo de la vértebra S2. Se indican las raíces nerviosas y el filum terminal

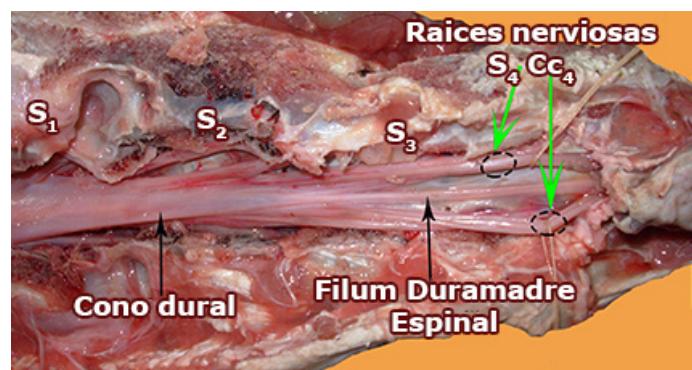


Fig. 4: Vista dorsal de la región sacra, se retiraron los arcos vertebrales para visualizar las raíces nerviosas sacras, coccígeas y el filum duramadre espinal. S1, S2, S3 y S4 indican los pedículos vertebrales correspondientes.

El espacio subdural es corto y en ningún espécimen se proyectó caudal a S4, por lo que el espacio epidural se considera amplio y siempre presente en relación con el espacio S4-S5 o S5-Cc1

Las raíces que toman origen en los segmentos mencionados se dirigen caudalmente por el interior del canal vertebral, separadas la raíz ventral de la raíz dorsal, para unirse dentro de él justo antes del foramen intervertebral, formando el tronco nervioso correspondiente, dando lugar a la formación de la llamada cauda equina o cola de caballo.

Discusión

El conocimiento de la neuroanatomía de esta especie es fundamental para realizar las maniobras semiológicas, clínicas y quirúrgicas, que permitan interpretar criteriosamente los signos clínicos neurológicos y osteoarticulares.

Durante los primeros estadios de desarrollo embrionario, los segmentos de la médula espinal coinciden con su respectivo foramen intervertebral.

Posteriormente y dado que la columna vertebral aumenta de longitud más que la médula, las raíces nerviosas cursan caudalmente a lo largo del canal vertebral, ya que el intervalo entre el sitio de origen de la raíz nerviosa y su correspondiente foramen intervertebral de salida aumenta. Este fenómeno no ocurre a lo largo de toda la medula espinal, sino que solamente se observa a nivel de las regiones lumbar, sacra y caudal.^{2,3,4,5,6}

Los nervios originados de los últimos segmentos lumbares y de las porciones sacras y caudales participan en la inervación de los músculos somáticos de la cola, la región del periné, la cintura pélvica y el miembro pelviano, destinando también ramas viscerales a la vejiga, recto y ano, aportando componentes sensitivos y motores.^{4,7,8}

Las futuras descripciones topográficas y relaciones de los nervios del miembro pelviano facilitarán el análisis y razonamiento de los reflejos espinales y junto con la descripción de la extremidad caudal de la médula espinal permitirán la interpretación de anormalidades en los mismos.

Estas descripciones también permitirán en el futuro indicar la posición indicada para la colocación de los electrodos necesarios en la realización e interpretación de pruebas electrofisiológicas, como los potenciales evocados somatosensitivos, que evalúan la fisiología de los nervios, las raíces y los segmentos medulares, o la utilización de electroanestesia.

Un tema importante por discutir en este punto esta relacionada a la nomenclatura de los segmentos y nervios espinales.

Algunos autores reconocen que la llama (y otros camélidos sudamericanos) presentan 4 vértebras sacras, mientras que en otras publicaciones se describen 5 elementos óseos conformando el hueso sacro, de los cuales la última vértebra puede o no estar fusionada al cuerpo del sacro y por lo tanto puede existir una articulación S4-S5.^{3,6,9,10,11,12,13,14,15}

En base a la mirada mas moderna decidimos utilizar esta ultima nomenclatura para la mención de los nervios y sus correspondientes segmentos espinales, por lo que hemos podido identificar en todos los casos la presencia de un segmento y una raíz espinal S5 y la presencia de 3 segmentos coccígeos espinales, con sus respectivas raíces.

El proceso de ascenso medular es relativamente escaso por lo que la extremidad caudal de la médula se proyecta en todos los casos dentro del hueso sacro, prolongándose en la mayoría de los casos sobre el cuerpo de la vértebra S3 como se ha descripto por otros autores.^{1^{2,13,14,15,16,17,18,19}}

De esta manera las raíces nerviosas no presentan un desfasaje importante con su foramen de emergencia y el aspecto de cauda equina es poco apreciable.

El espacio subaracnoideo está presente en relación al espacio L7-S1 y se prolonga hasta las vértebras S2 o S3, a partir de donde finaliza y se continúa solo el espacio subdural, que en ningún caso se observó caudal a L4. De esta manera, teniendo en cuenta que el cono medular se proyecta hasta la vértebra S3 puede utilizarse el espacio lumbosacro como punto de referencia para obtener líquido cefalorraquídeo.

Los hallazgos permiten inferir también, que es factible abordar el espacio epidural, realizar maniobras de anestesia epidural, en los espacios intervertebrales sacrales (S4-S5) sacrococcígeos (S5-Cc1) o intercoccígeos (Cc1-Cc2), con la misma técnica y maniobras que en grandes rumiantes (bovinos) y equinos.

Teniendo en cuenta lo expuesto, el operador evitará lesionar la médula espinal con el bisel de la aguja, durante la maniobra anestésica. Sin embargo, si esta maniobra se realiza a nivel lumbosacro, sin el debido cuidado puede afectar la integridad de la médula espinal, debido a la disposición topográfica que ocupa la misma en el canal vertebral.

Conclusión

En los mamíferos domésticos, la cauda equina varía en su proyección caudal. Puede desde hallarse próximo a la última vértebra lumbar, hasta extenderse a la mitad del sacro como aparece en algunos animales, este fenómeno se conoce como ascenso medular, y se debe a que el tejido somítico que da origen a las vértebras continúa su desarrollo cuando ya ha finalizado el desarrollo del tubo neural que origina a la médula espinal.^{3,4,6,12,16,17}

Como hemos descripto la cauda equina se prolonga caudalmente, llegando hasta el nivel del hueso sacro, finalizando el cono medular dorsalmente al cuerpo de S1 o S2. La intumescencia lumbosacra es particularmente grande y fácil de identificar, aún sin realizar la apertura del saco dural.

Por otro lado, nos llamó la atención las dimensiones del espacio epidural al finalizar el saco dural. Finalmente, la cauda equina se forma por las raíces nerviosas dorsales y ventrales correspondientes a los segmentos L7-Cc3.

En ninguna de las disecciones anatómicas hallamos diferencias entre sexo en cuanto a la proyección de la medula dentro del canal sacro.

También se observó una importante cantidad de tejido adiposo ocupando gran parte del espacio epidural, cuya función es la protección y la amortiguación de las estructuras relacionadas; este tejido, fue uno de los inconvenientes encontramos para observar en plenitud la médula espinal.

Son necesarios más estudios y descripciones detalladas de la anatomía de esta especie que se proyecta como un animal que irrumpe en nuestras producciones y la de los países de la región, y que pronto encontraremos en nuestras consultas muchos casos clínicos que requieran el conocimiento anatómico para poder diagnosticarlos y tratarlos.

Referencias:

- Cardozo, A. 1954. *Los Auquénidos*. La Paz. Ed. Centenario. 284 pag.
- Chaveaux, A. et Arloing. *Traité d'Anatomie comparée des animaux domestiques*. 4^a ed.
- Dobberstein, J. und Hoffmann. 1964. *Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der Haustiere*. 3 Bd: Verlag S. Hirzel, Leipzig.
- Getty, R. 1975. Sisson and Grossmann's. *The Anatomy of the Domestic Animals*. 5^a Ed. Saunders Co. London. Philadelphia.
- Ghoshal, N.G., Koch, T., Popesco, P. 1981. *The venous drainage of the domestic animals*. Saunders Company.
- Grasse, P. Pierre. 1971. *Traité de Zoologie. Anatomie sistematique, Biologie*. Masson & Co.
- Habel, R.E. 1970. *Guide to the dissection of domestic ruminants*. Pub. by the author, Ithaca, N.Y.
- Habel, R.E. 1973. *Applied veterinary anatomy*. Pub. by the author. Ithaca, N.Y.
- Khidr, I. M. S. 1980 *The venous drainage of the head and neck of the one humped camel (Camelus dromedarius)*. Tesis presentada para el grado de PhD. (Anatomía). Faculty of Veterinary Medicine Zagazig University.
- Lesbre, F.X. 1903. *Note sur quelques dispositions anatomiques inédites ou peu constatées chez les Camélidés et le porc-épic commun*. C.R. Acad. Anat. 196-197.
- Lesbre, F.X. *Recherches Anatomiques Sur les camélidés. Anatomie du Chameau à deux bosses; différences entre les deux espèces de Chameaux; différences entre les chameaux et les lamas*. Arch. Mus.Hist.Nat. Lyon, 8 196 pp.
- Smuts, M.M.S. and Bezuidenhout, A.J. 1987. *Anatomy of the Dromedary* Clarendon Press – Oxford University Press.
- Galotta, D.R., and Galotta , J.M. 1988 . (*Osteology of the llama*) *Osteología del llama (Lama glama guanicoe f.d. glama Linnaeus, 1758)* . Rev. Cienc. Agrar. Tecnología alimentos 9 (1 – 4): 19 – 61 .
- Galotta, D.R. y J. M. Galotta. 1994. *Capítulo 2: Esqueleto de la llama*. Atlas. En Exerta Anatómica camelidae. Compliadores: Jorge M. Galotta y Silvia G. Márquez. Editado por Fundación Camélidos Sudamericanos. Buenos Aires. Argentina.
- Fowler, Murray E. 2010. *Cap. 11. Musculoskeletal System*. En Medicine and Surgery of Camelids. Third Edition. Blackwell Publishing. Print ISBN:9780813806167; Online ISBN:9781118785706; DOI:10.1002/9781118785706
- Nickel, R.; Schummer, E.; Seiferle, E. 1981. *The anatomy of the domestic animals. Volume 3*, traducción al inglés del Volume III Kreislaufsystem, Haut und Hautorgane . Verlag Paul Parey.
- Schwarze, S.; Shroeder. 1970. *Compendio de Anatomía Veterinaria. Tomos I-V*. Ed. Acribia. Zaragoza. España.
- Sisson, S. and Grossmann, J.D. 1961. *Anatomía de los Animales Domésticos*. Ed. Salvat. Barcelona. 1961.
- Testut, L.; Latarjet, L. 1954. *Tratado de Anatomía Humana*. 9^a Ed. Madrid. Salvat. 1228p.



Recibido: 09.2025

Aceptado: 11.2025



Revista Argentina de Anatomía Online
2025, Vol. XVI, N° 2 pp. 72-78

Comunicación de Marinacci: Estudio anatómo-fisiológico

Marinacci Communication: Anatomical-physiological study



ARGENTINA

Ferré, Tomás; Colombo, Axel; Feldman, Franco; De Zan, Juan Martín; Duzer, Valentina; Gómez, César; Bendersky, Mariana
Universidad de Buenos Aires, Facultad de Medicina, III Cátedra de anatomía, Laboratorio de anatomía viviente (UBACyT), Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina

E-mail de autor: Tomás Ferré tferre99@gmail.com

Resumen

Introducción: Los nervios cubital y mediano son las principales fuentes de inervación motora de la mano, se describen dos comunicaciones en el antebrazo [Anastomosis de Martin-Gruber y Marinacci]. El objetivo del presente trabajo es localizar y describir la comunicación de Marinacci a partir del estudio de material cadáverico y de registros neurofisiológicos.

Materiales y métodos: Treinta y un preparados cadávericos ($n=31$) fueron disecados. Las muestras se obtuvieron del laboratorio de disección de la Tercera Cátedra de Anatomía Normal de la Facultad de Medicina de la U.B.A. Fijados en una solución de formaldehído al 10%. Se estudiaron 50 pacientes adultos (100 miembros superiores), de ambos sexos, consecutivos, referidos al laboratorio de electrofisiología del Hospital General de Agudos Juan A. Fernández para exploración neurofisiológica de los miembros superiores. Se realizaron estudios de conducción nerviosa utilizando un equipo electromiográfico AKONIC Bio-PC. Los potenciales de acción muscular compuestos (CMAPs) se registraron en el músculo abductor corto del pulgar (ACP), con electrodos de aguja monopolares de 0,3 x 15 mm, insertados a 5 mm de distancia entre sí. Para las conducciones motoras, se estimularon los nervios mediano y cubital en la muñeca y el codo utilizando un estimulador de superficie, con estímulos supramáximos, según el procedimiento habitual.

Resultados: En tres (9,67%) de los preparados cadávericos se encontraron anastomosis de Marinacci. Todos corresponden al lado izquierdo. Sólo 2 sujetos mostraron respuestas compatibles con la comunicación de Marinacci unilateral. En uno de ellos, esto fue bilateral, en otro sujeto se encontró una comunicación de Martin-Gruber asociada. Por otro lado, en 78 miembros se encontraron anastomosis de Riche-Cannieu (78%). Doce (24%) de los 50 sujetos mostraron respuestas compatibles con anastomosis mediano-cubital (Martin Gruber), todos ellos tipo I (al abductor del quinto dedo). En 8 (16%) casos esta comunicación fue bilateral.

Discusión: Nuestro hallazgo cadáverico (9,67%) se sitúa en un rango superior al descrito por la mayoría de los estudios. Por otro lado, nuestro resultado neurofisiológico es más alto que el 0,7% reportado en otros estudios, pero sustancialmente más bajo que nuestro propio hallazgo anatómico.

La marcada diferencia entre la prevalencia anatómica (9,67%) y la neurofisiológica (4%) en nuestro estudio sugiere que no todas las conexiones anatómicas visibles son funcionalmente activas en términos de conducción motora.

Conclusiones: A pesar de su baja prevalencia funcional, el conocimiento de la comunicación de Marinacci es crucial en la práctica clínica.

Palabras clave: Marinacci, Martin-Gruber, Mediano, Cubital, Inervación.

Abstract

Introduction: The ulnar and median nerves are the main sources of motor innervation to the hand. Two communications are described in the forearm [Martin-Gruber and Marinacci anastomosis]. The objective of this study is to locate and describe the Marinacci communication based on the study of cadaveric material and neurophysiological recordings.

Materials and methods: Thirty-one cadaveric specimens ($n=31$) were dissected. The samples were obtained from the dissection laboratory of the Third Chair of Normal Anatomy at the Faculty of Medicine of the University of Buenos Aires (UBA). They were fixed in 10% formaldehyde solution. Fifty consecutive adult patients (100 upper limbs), of both sexes, referred to the electrophysiology laboratory of the Juan A. Fernández General Acute Care Hospital for neurophysiological examination of the upper limbs were studied. Nerve conduction studies were performed using AKONIC Bio-PC electromyography equipment. Compound muscle action potentials (CMAPs) were recorded from the abductor pollicis brevis (ACP) muscle using 0.3 x 15 mm monopolar needle electrodes inserted 5 mm apart. For motor conduction, the median and ulnar nerves at the wrist and elbow were stimulated using a surface stimulator with supramaximal stimulation, according to standard procedure.

Results: Marinacci anastomoses were found in three (9.67%) of the cadaveric specimens. All were on the left side. Only two subjects showed responses compatible with unilateral Marinacci shunt. In one of them, this response was bilateral, and in another subject, an associated Martin-Gruber shunt was found.

On the other hand, Riche-Cannieu anastomoses were found in 78 limbs (78%). Twelve (24%) of the 50 subjects showed responses compatible with median-ulnar anastomosis (Martin Gruber), all of them type I (to the abductor quintuplets). In 8 (16%) cases, this communication was bilateral.

Discussion: Our cadaveric finding (9.67%) is higher than that described by most studies. On the other hand, our neurophysiological result is higher than the 0.7% reported in other studies, but substantially lower than our own anatomical finding.

The marked difference between the anatomical prevalence (9.67%) and neurophysiological prevalence (4%) in our study suggests that not all visible anatomical connections are functionally active in terms of motor conduction.

Conclusions: Despite its low functional prevalence, knowledge of the Marinacci communication is crucial in clinical practice.

Keywords: Marinacci, Martin-Gruber, Median, Ulnar, Innervation.

Introducción

Los nervios cubital [*Ulnar*] y mediano son las principales fuentes de inervación motora de la mano. Las conexiones entre ambos son frecuentes y se encuentran en el plexo braquial, el antebrazo o la mano.

En promedio, se registran 2.8 interconexiones medianas y cubital por miembro superior. Si se excluyen las del plexo braquial, se describen dos comunicaciones en el antebrazo [*Anastomosis de Martin-Gruber y Marinacci*] y dos en la mano [*Anastomosis de Riche-Cannieu y Berrettini*].

Cada una de estas comunicaciones anómalas puede dificultar la identificación de afecciones comunes de los nervios de la mano. En muchas ocasiones son encontradas como hallazgos dentro de un estudio neurofisiológico, posterior a un cuadro clínico o en una disección cadavérica.

En 1964, Marinacci utilizó estudios electrodiagnósticos para reportar un paciente que, posterior a un trauma en el nervio mediano a nivel del antebrazo, presentó denervación de los músculos flexores del antebrazo pero mantuvo la función de todos los músculos de la mano inervados por el nervio mediano.¹

La comunicación de Marinacci [*o anastomosis Martin-Gruber reversa*] transporta fibras motoras desde el nervio cubital proximal al nervio mediano distal en el antebrazo. Esta comunicación entre los nervios mediano y cubital es la menos estudiada y tiene una baja frecuencia, tal es el caso que un metaanálisis determinó que su prevalencia es del 0,7%. Cabe destacar que los estudios anatómicos que describen esta comunicación mediante disecciones son escasos, y en algunos casos suelen tener el mismo autor.

Por otro lado, la evaluación neurofisiológica enfrenta limitaciones técnicas: Durante el registro en el músculo abductor corto del pulgar (ACP), las respuestas obtenidas pueden reflejar no solo la actividad directa del nervio estimulado (mediano), sino también, respuestas indirectas provenientes de músculos vecinos inervados por el nervio cubital (ej.: cabeza profunda del flexor corto del primer dedo); o interferencia por volumen de conducción, donde la señal captada puede incluir potenciales ulnares generados en músculos vecinos como el flexor corto del pulgar (FCP).

Estos factores pueden complicar la interpretación de los resultados, requiriendo una cuidadosa diferenciación entre las respuestas genuinas del nervio mediano (a través de las comunicaciones) y los artefactos derivados de la actividad muscular adyacente o fenómenos de propagación eléctrica.

Por último, hasta la fecha no se dispone de datos sobre su prevalencia en la población Argentina.

El objetivo del presente trabajo es localizar y describir la comunicación de Marinacci a partir del estudio de material cadavérico y de registros neurofisiológicos.

Materiales y métodos

El presente estudio fue evaluado por el comité de ética en investigación de la Facultad de Medicina de la Universidad de Buenos Aires.

Anatomía

Treinta y un preparados cadavéricos ($n=31$) de diferentes edades y sexos fueron disecados. Todos fueron preparados con amputaciones interescapulotorácicas pertenecientes a diecisiete ($N=17$) cadáveres. Las muestras se obtuvieron del laboratorio de disección de la Tercera Cátedra de Anatomía Normal de la Facultad de Medicina de la Universidad de Buenos Aires.

Catorce ($n=14$) de estos miembros superiores corresponden al lado derecho y diecisiete ($n=17$) al lado izquierdo. Todos los miembros fueron fijados mediante un proceso de inmersión en una solución de formaldehído al 10%. En relación con el sexo y la edad, todos los preparados cadavéricos corresponden a adultos de los cuales, trece ($n=13$) de las disecciones pertenece al sexo femenino y el restante al sexo masculino.

Para la disección de las piezas anatómicas se utilizaron: Pinzas de disección de mano izquierda sin dientes de ratón, tijeras Metzembbaum y tijeras Iris, bisturí mango 4 con hoja 24, lupas de magnificación 10x.

Proceso de disección

Se incidió la piel con bisturí mango 4 sobre el borde anterior del músculo flexor cubital del carpo en el tercio proximal del antebrazo, se removió la piel y el tejido celular subcutáneo en una pieza, preservando elementos superficiales tales como: La vena basilíca del antebrazo, la corriente linfática superficial cubital y los ramos terminales del nervio cutáneo medial del antebrazo.

A continuación se realiza una incisión longitudinal en la aponeurosis profunda de igual manera de como se ha realizado en el primer plano cutáneo.

Posteriormente, se debe movilizar el músculo flexor cubital del carpo hacia medial y los músculos flexor superficial y profundo de los dedos hacia lateral para de esta forma exponer el paquete vasculonervioso cubital.

Sin embargo, se debe abordar en el tercio proximal del músculo flexor cubital del carpo, en la unión de sus dos cabezas de inserción, para exponer al nervio cubital luego de discurrir por el canal epitrócleo-olecraneano.

De esta forma, se aisló el nervio cubital de la arteria y las venas del mismo nombre, con tijeras Metzembbaum y pinzas de disección de mano izquierda sin dientes de ratón, teniendo especial cuidado en el margen lateral del nervio cubital, por las comunicaciones antes mencionadas en el texto.

Para aislar al nervio mediano en el tercio proximal del antebrazo se separó desde medial la cara profunda del músculo flexor superficial de los dedos, del músculo flexor profundo de los dedos, en ocasiones fue necesaria la incisión de venas perforantes que comunican a ese nivel, en cercanía al nervio mediano, el sistema superficial venoso con el sistema venosos profundo, y la separación de la arteria satélite del nervio mediano, para poder observar desde la cara medial del nervio mediano, las conexiones con el nervio cubital.

Estas descansaban sobre la cara superficial del músculo flexor profundo de los dedos, profundamente al borde medial del músculo flexor superficial de los dedos.

Neurofisiología

Se estudiaron 50 pacientes adultos (100 miembros superiores), de ambos sexos, consecutivos, referidos al laboratorio de electrofisiología del Hospital General de Agudos Juan A. Fernández para exploración neurofisiológica de los miembros superiores por diversos motivos (radiculopatías, polineuropatías, enfermedades de motoneurona y miopatía).

Los procedimientos *in vivo* fueron aprobados por el comité de ética de la institución y se ajustaron a la Declaración de Helsinki. Cada sujeto dio su consentimiento informado por escrito para participar en el estudio.

Se realizaron estudios de conducción nerviosa utilizando un equipo electromiográfico AKONIC Bio-PC. Los potenciales de acción muscular compuestos (CMAPs) se registraron en el músculo abductor corto del pulgar (ACP), con electrodos de aguja monopolares de 0,3 x 15 mm, insertados a 5 mm de distancia entre sí.

Para las conducciones motoras, se estimularon el nervio mediano y ulnar en la muñeca y el codo utilizando un estimulador de superficie, con estímulos supramáximos, según el procedimiento habitual.

Para definir la presencia de la comunicación de Marinacci, consideramos lo siguiente:

- Los CMAPs registrados en el músculo ACP tienen menor amplitud al estimular el nervio mediano en el codo en comparación con la amplitud encontrada en el mismo músculo cuando se estimula el nervio mediano en el carpo ("seudobloqueo"), pero aparece una respuesta de igual polaridad, con la amplitud "faltante", al estimular el nervio cubital en el codo. (**Fig. 1**)
- Se tuvo especial cuidado para evitar la estimulación de otros nervios por la difusión del estímulo. Esto se puede verificar fácilmente analizando la forma del CMAP obtenido: la deflexión inicial del CMAP al estimular el nervio cubital en el codo siempre debería tener la misma polaridad que las respuestas del nervio mediano (de otra manera puede tratarse de una respuesta del flexor corto del primer dedo, registrada desde el ACP).¹¹ (**Fig. 2**)

En cada caso, registramos la latencia y la amplitud del CMAP. La latencia se mide generalmente en milisegundos, desde el inicio del estímulo hasta el comienzo de la deflexión inicial del CMAP.

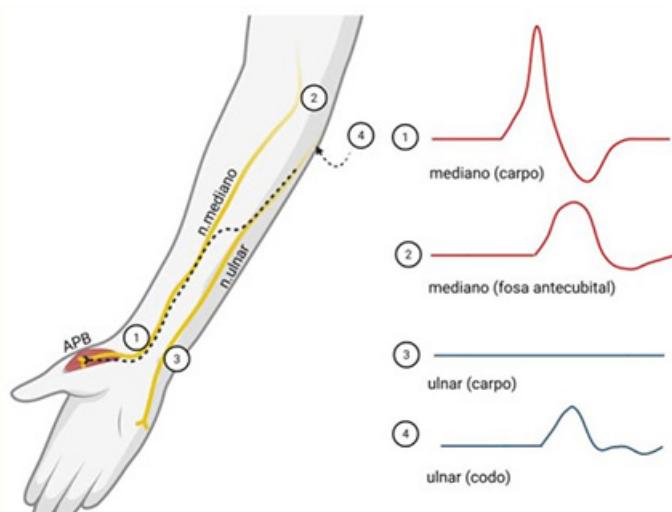


Fig. 1: Esquema de los sitios de estimulación, con registro en el músculo abductor corto del pulgar, y las respuestas esperadas para el diagnóstico de la comunicación de Marinacci (línea punteada negra). Obsérvese la caída de amplitud de la respuesta del mediano con el estímulo proximal (seudobloqueo).

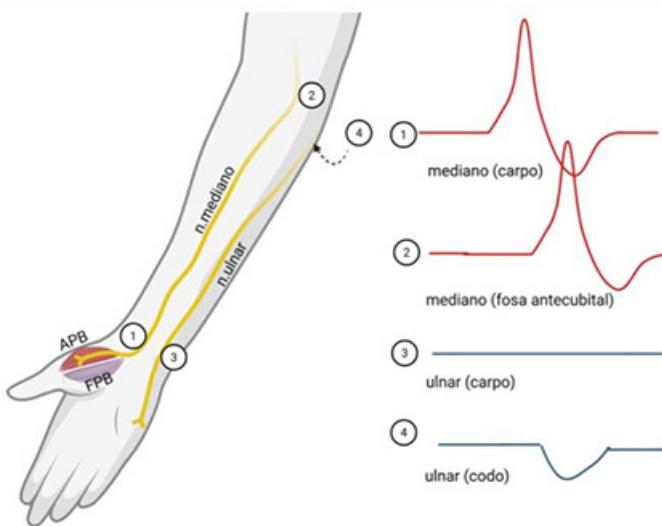


Fig. 2: En este caso se observa una respuesta cubital [Ulnar] en sentido opuesto a las del mediano, esto corresponde a una respuesta desde el músculo flexor corto del pulgar y no a una verdadera rama comunicante. Las respuestas del mediano son de igual amplitud con estímulo proximal y distal.

La amplitud se mide de pico a pico del CMAP y es una estimación aproximada del número de fibras musculares que son activadas por la estimulación del nervio, y, posteriormente, del número de fibras nerviosas que se vuelven excitables a la estimulación nerviosa cuando la transmisión neuromuscular es normal.

Se definió el bloqueo de conducción como una reducción del área y la amplitud en 20% del CMAP proximal en comparación con el distal, junto con un cambio >15% en la duración.¹⁶

Resultados

Anatomía

En tres (9,67%) de los preparados cadávericos se encontraron anastomosis de Marinacci. Todos corresponden al lado izquierdo.

En el preparado de la **Fig.3** se observa al nervio cubital descendiendo en relación con el músculo flexor cubital del carpo (FCC), rebatido hacia media, y el músculo flexor profundo de los dedos (FPD) hacia profundo.

Por otro lado se evidencia el nervio mediano, de quien emerge por su cara medial un grueso ramo comunicante correspondiente con la comunicación de Martin Gruber, documentado con la flecha celeste que desciende hasta el tercio medio del antebrazo para asociarse con el nervio cubital. Al mismo tiempo se visualiza un asa comunicante, marcada con

las flechas rojas, cuyo extremo proximal se encuentra partiendo del nervio cubital con posterior dirección descendente, rodeando con una convexidad inferior a la arteria cubital (escindida para constatar la dirección de dicho elemento nervioso) para dirigirse y asociarse con ramo comunicante previamente descrito compatible con la comunicación de Martin Gruber.

En el preparado de la **Fig. 4** demuestra una conexión nerviosa de tipo plexiforme, destacado por las flechas rojas, que emerge proximalmente a nivel del nervio cubital en el tercio proximal del antebrazo, y en su trayecto se relaciona superficialmente con el músculo flexor profundo de los dedos (FPD) para comunicarse con el ramo originado del mediano destinado para la inervación de dicho músculo. La misma es una variante poco frecuente la cual no involucra directamente al nervio mediano sino a un ramo de la misma.

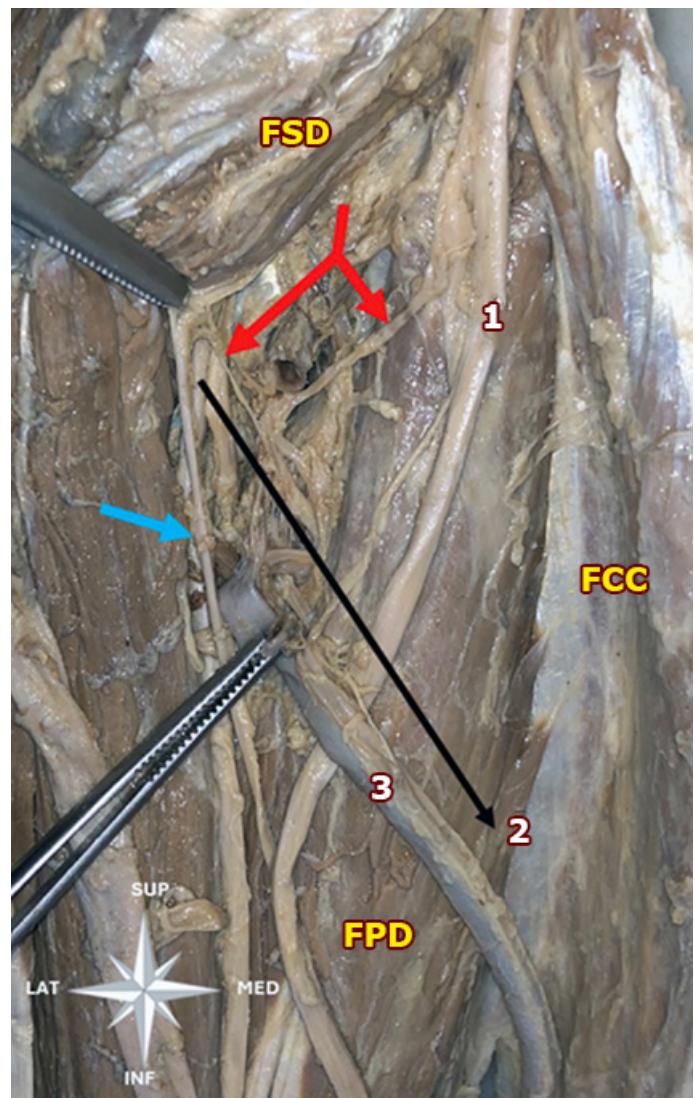


Fig. 3: 1) Nervio cubital. 2) Nervio mediano. 3) Arteria cubital. FCC: Flexor cubital del carpo. FSD: Flexor superficial de los dedos. FPD: Flexor profundo de los dedos. Flecha celeste: Comunicación nerviosa de Martin-Gruber. Flechas rojas: Comunicación nerviosa de Marinacci.

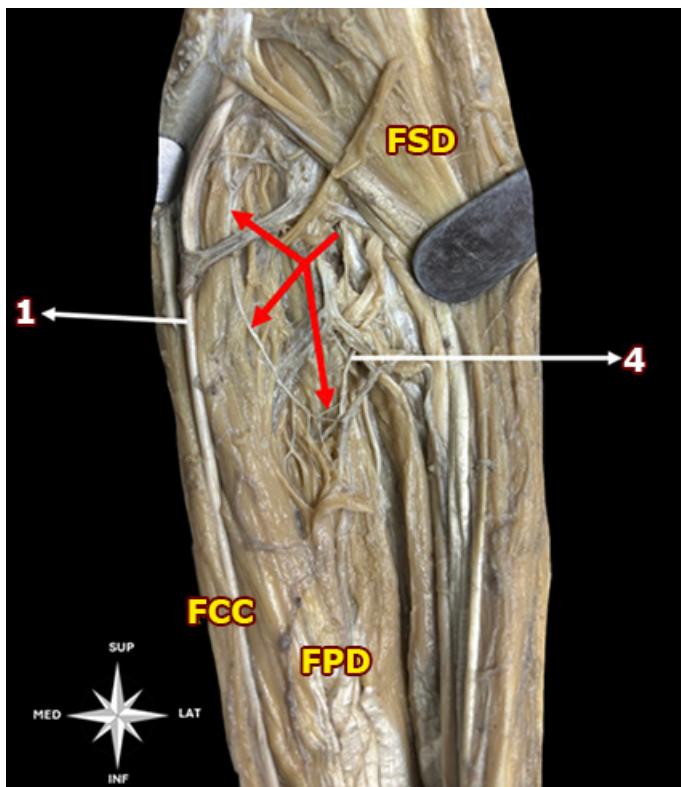


Fig. 4: 1) Nervio cubital. 2) Ramo para el músculo flexor profundo de los dedos. FCC: Flexor cubital del carpo. FSD: Flexor superficial de los dedos. FPD: Flexor profundo de los dedos. Flechas rojas: Comunicación nerviosa de Marinacci.

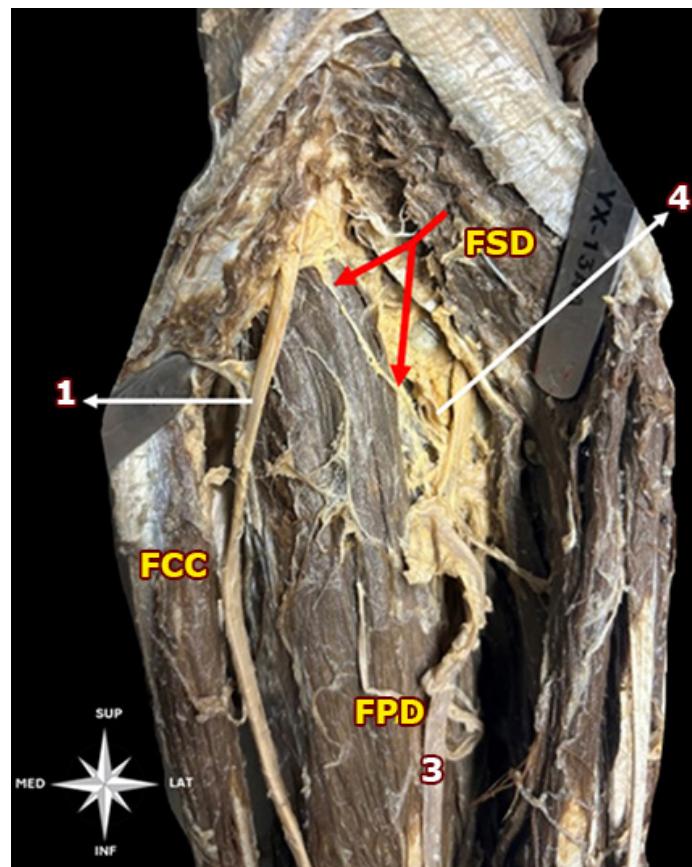


Fig. 5: 1) Nervio cubital. 4) Ramo para el músculo flexor profundo de los dedos. FCC: Flexor cubital del carpo. FSD: Flexor superficial de los dedos. FDP: Flexor profundo de los dedos. Flechas rojas: Comunicación nerviosa de Marinacci

Un aspecto interesante es que dicha conexión nerviosa se asemeja a una variante de la comunicación de Martin Gruber, por ejemplo el tipo III referida por Lee,² o la clase III de Thomson,³ o asimismo el tipo III descrito por Shu.⁴ Sin embargo, a diferencia de todos los casos previos, el asa comunicante emerge proximalmente desde el nervio cubital.

Por último, el preparado de la **Fig. 5** evidencia una comunicación nerviosa oblicua de inicio superior y medial desde el nervio cubital, con una dirección descendente hacia lateral e inferior, señalada con las flechas rojas, relacionándose anteriormente con el músculo flexor profundo de los dedos (FDP) hasta encontrar nuevamente un ramo del nervio mediano destinado a la inervación de este músculo.

Neurofisiología

La edad promedio de los sujetos evaluados fue de 52 años (rango de 25 a 83 años), 36 eran mujeres (72%).

Sólo 2 sujetos mostraron respuestas compatibles con la comunicación de Marinacci unilateral (4% de los sujetos, 2% del total de miembros explorados). En uno de ellos, esto fue bilateral, en otro sujeto se encontró una comunicación de Martin-Gruber asociada (2% de los sujetos, 1% del total de miembros explorados).

Por otro lado, en 78 miembros se encontraron anastomosis de Riche-Cannieu (78%). Doce (24%) de los 50 sujetos mostraron respuestas compatibles con anastomosis media-no-cubital (Martin Gruber), todos ellos tipo I (al abductor del quinto dedo). En 8 (16%) casos esta comunicación fue bilateral.

Discusión

El presente estudio combinó un abordaje anatómico-caudavérico y neurofisiológico para investigar la prevalencia de las anastomosis nerviosas en el antebrazo, con especial foco en la comunicación de Marinacci.

En la evaluación anatómica, identificamos la presencia de una anastomosis compatible con Marinacci en 3 de 31 preparados (9.67%), todos en el lado izquierdo.

Las anastomosis mostraron morfologías variables: una se asoció claramente con una comunicación de Martin-Gruber, otra presentó una conexión plexiforme con un ramo del nervio mediano destinado al flexor profundo de los dedos (FPD),

y la tercera consistió en una comunicación oblicua desde el nervio cubital hacia otro ramo del mediano para el FPD.

Por el contrario, la incidencia electrofisiológica fue notablemente menor. Solo 2 de los 50 sujetos (4%) mostraron hallazgos compatibles con una comunicación de Marinacci unilateral.

En línea con lo descrito en la literatura, se documentó una alta prevalencia de otras anastomosis: 78% de anastomosis de Riche-Cannieu y 24% de los sujetos con una comunicación Martin-Gruber (todos tipo I).

Los nervios cubital y mediano derivan de un mismo tronco ventral durante el desarrollo embrionario, y un vestigio de esta relación permite explicar la presencia de esta conexión nerviosa.

En la comunicación de Marinacci, fibras motoras que parten del nervio cubital emergen en su tercio proximal en el antebrazo y se incorporan al nervio mediano para brindar inervación a músculos de la región tenar. Hopf describió la posibilidad de que fibras sensitivas estén presentes en dicha conexión nerviosa, lo que evitaría la pérdida total de la sensibilidad en casos de trauma del nervio mediano a nivel del antebrazo, es decir proximal a esta anastomosis.^{5,6,7}

Nuestros hallazgos reflejan la extrema rareza y la discrepancia reportada en la literatura para la anastomosis de Marinacci. Nuestro hallazgo cadáverico (9.67%) se sitúa en un rango superior al descrito por la mayoría de los estudios,^{1,2,3,4,5} como el metaanálisis realizado por Roy⁶ que indica menos de 1% de prevalencia de esta conexión o Dogan que no pudo identificarla pero coincide con autores como Meenkashi-Sundaram, Golovchinsky, Velásquez,^{7,8,9} quienes han postulado que su incidencia podría ser mayor de lo que se cree, posiblemente por su difícil visualización y la variabilidad en su trayecto.

Por otro lado, nuestro resultado neurofisiológico (4% de sujetos) es más alto que el 0.7% reportado en el metaanálisis de Roy,⁶ pero sustancialmente más bajo que nuestro propio hallazgo anatómico. Esta disparidad entre lo anatómico y lo funcional es clave y se discute a continuación.

La marcada diferencia entre la prevalencia anatómica (9.67%) y la neurofisiológica (4%) en nuestro estudio sugiere que no todas las conexiones anatómicas visibles son funcionalmente activas en términos de conducción motora.

Es plausible que las fibras observadas en los preparados cadávericos, especialmente aquellas que se conectan con ramos para el FPD, no se extiendan hasta inervar los músculos de la eminencia tenar, que es el criterio electrofisiológico

definitorio para Marinacci. Es decir, muchas de estas anastomosis podrían terminar inervando músculos intrínsecos del antebrazo, lo que las excluiría de la definición clásica y no sería detectable con los protocolos neurofisiológicos estándar dirigidos a la mano.

Además, las discrepancias entre estudios, como la incapacidad de autores como Sarikcioglu et al. para encontrar esta anastomosis, pueden atribuirse a varios factores: Por un lado, no todos los estudios utilizan los mismos criterios anatómicos y electrofisiológicos. Algunos pueden considerar cualquier conexión cubital-mediano en el antebrazo como una Marinacci, mientras que otros, como el nuestro en su parte funcional, aplican criterios más estrictos.

Por el otro, en neurofisiología, como mencionábamos, la activación de nervios o músculos adyacentes puede dar lugar a falsos positivos.

La rareza de este hallazgo funcional nos lleva a coincidir con la propuesta de Tamms¹⁰ de que la comunicación de Marinacci verdadera (funcional) debe ser considerada una verdadera anomalía y no una simple variación anatómica como las comunicaciones de Martin-Gruber o Riche-Cannieu, que son considerablemente más frecuentes.

Este estudio presenta algunas limitaciones inherentes a su diseño:

La muestra cadáverica, aunque valiosa, es limitada. La muestra clínica, si bien mayor, podría no ser suficientemente amplia para detectar una variante de prevalencia extremadamente baja. Si bien describimos las conexiones encontradas, la confirmación histológica de la función específica (motora vs. sensitiva) de las fibras observadas no fue realizada.

Por último, nuestro protocolo estuvo dirigido específicamente a detectar inervación motora anómala en el ACP. Es posible que conexiones puramente sensitivas o destinadas a otros músculos no hayan sido detectadas.

Conclusión

A pesar de su baja prevalencia funcional, el conocimiento de la comunicación de Marinacci es crucial en la práctica clínica.

Como ilustra el caso reportado por Stancic,¹¹ su presencia inesperada en el campo quirúrgico durante procedimientos como la liberación del túnel carpiano puede conllevar a un riesgo de lesión iatrogénica, que podría manifestarse como

una parálisis de la eminencia tenar erróneamente atribuida a una lesión de la rama tenar del mediano.

Por lo tanto, aunque sea una anomalía, su reconocimiento es esencial para el diagnóstico preciso de neuropatías y para planificar cirugías de la muñeca y el antebrazo con la mayor seguridad posible.

Las comunicaciones entre el nervio cubital y el nervio mediano son un apartado relevante en el estudio de la inervación del miembro superior, su conocimiento y ubicación son un aspecto importante en la práctica médica.

A pesar de sus múltiples descripciones, pocos han sido los investigadores que han podido ubicar y clasificar dicha anastomosis, por un lado por su escasa aparición, y por otro por su difícil acceso. Diversos han sido los reportes y los análisis indicando la baja frecuencia de esta comunicación nerviosa obteniendo 0,7% según el metaanálisis realizado por Roy et al.

Sin embargo, autores como Meenkashi-Sundaram o Golovchinsky V han propuesto que la incidencia de esta comunicación es mayor a la anteriormente indicada.^{7,8}

No obstante, Sarikcioglu¹² y otros autores no han podido identificar esta estructura nerviosa ni en preparados cadávericos ni en estudios electrofisiológicos.^{13,14,15}

Por esto último, coincidimos con lo propuesto por Tamms et al, que indica que debido a su baja frecuencia de aparición, la comunicación de Marinacci debe ser catalogada como una anormalidad y no una variación, como la comunicación de Martin Gruber o la comunicación de Berrettini, cuya frecuencia es mayor.

Dado la discrepancia en las distintas investigaciones en relación a la prevalencia, sumado a la falta de conocimiento en nuestro medio, es necesario realizar un estudio poblacional y sectorizado para conocer la presencia de dicha estructura anatómica.

El conocimiento de la comunicación de Marinacci es importante en la evaluación de lesiones nerviosas traumáticas y/o por atrapamiento, así como en la elección de la técnica quirúrgica más efectiva para la liberación del ligamento carpiano. Stancic¹¹ reportan un caso en el cual la comunicación de Marinacci estaba situada directamente debajo del puerto proximal utilizado en la cirugía endoscópica.

Una lesión iatrogénica de esta comunicación nerviosa se presentaría clínicamente y podría ser mal diagnosticada como una lesión de la rama tenar.

Referencias

1. Marinacci A. A. (1964). *The problem of unusual anomalous innervation of hand muscles. The value of electrodiagnosis in its evaluation*. Bulletin of the Los Angeles Neurological Society, 29, 133–142.
2. Lee KS, Oh CS, Chung IH, Sunwoo IN. *An anatomic study of the Martin-Gruber anastomosis: electrodiagnostic implications*. Muscle Nerve 2005;31:95–97.
3. Thomson A. *Third annual report of the committee of collective investigation of the Anatomical Society of Great Britain and Ireland for the year 1981-1982*. J Anat 1983;27:183–194.
4. Shu HS, Chantelot C, Oberlin C, Alnot JY, Shao H. *Martin-Gruber communicating branch: anatomical and histological study*. Surg Radiol Anat 1999;21:115–118.
5. Hopf, H. C. (1990). *Forearm ulnar-to-median nerve anastomosis of sensory axons*. Muscle & Nerve, 13(7), 654-656. <https://doi.org/10.1002/mus.880130715>.
6. Roy, J., Henry, B. M., Pękala, P. A., Vikse, J., Saganiak, K., Walocha, J. A., & Tomaszewski, K. A. (2016). *Median and ulnar nerve anastomoses in the upper limb: a meta-analysis*. Muscle & nerve, 54(1), 36-47.
7. Meenakshi-Sundaram S, Sundar B, Arunkumar M J. *Marinacci communication: an electrophysiological study*. Clin Neurophysiol. 2003;114(12):2334–2337. doi: 10.1016/s1388-2457(03)00260-8.
8. Golovchinsky V. *Frequency of ulnar-to-median nerve anastomosis revisited*. Electromyogr Clin Neurophysiol 1995;35:67–68.
9. Velásquez, J. L., Montalvo, J. B., & Jasauí, A. (2018). *Conexiones entre los nervios mediano-cubital por electromiografía en Lima (Perú)*, 2016. Revista Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología, 62(6), 415-420. <https://doi.org/10.1016/j.recot.2018.04.002>.
10. Taams KO. *Martin Gruber connections in South Africa*. J. Hand Surg. 1997; 22B: 328–330.
11. Stancić, M. F., Burgić, N., & Mićović, V. (2000). *Marinacci communication. Case report*. Journal of neurosurgery, 92(5), 860-862.
12. Sarikcioglu L, Sindel M, Ozkaynak S, Aydin H. *Median and ulnar nerve communication in the forearm: an anatomical and electrophysiological study*. Med. Sci. Monit. 2003; 9: 351–356.
13. Kimura I, Ayyar DR, Lippmann SM. *Electrophysiological verification of the ulnar to median nerve communications in the hand and forearm*. Tohoku J Exp Med. 1983, 141: 269–74.
14. Amoirdidis G, Vlachonikolis IG. *Verification of the median-to-ulnar and ulnar-to-median nerve motor fiber anastomosis in the forearm: an electrophysiological study*. Clin. Neurophysiol. 2003; 114: 94–98.
15. Leibovic SJ, Hastings H. *Martin-Gruber revisited*. J Hand Surg Am. 1992, 17: 47–53.
16. Yang H, Gil Y, Kim S, Bang J, Choi H, Lee H Y. *From the brachial plexus to the hand, multiple connections between the median and ulnar nerves may serve as bypass routes for nerve fibres*. J Hand Surg Eur Vol. 2016;41(06):648–656. doi: 10.1177/1753193415622760.
17. Martin, S. P., Schauer, K. T., Czirny, J. J., & Ablove, R. H. (2019). *Electrophysiological findings in common median-ulnar nerve interconnections and their clinical implications*. The Journal of Hand Surgery, 44(10), 884-894.
18. Preston, D. C., & Shapiro, B. E. (2020). *Electromyography and neuromuscular disorders e-book: clinical-electrophysiologic-ultrasound correlations*. Elsevier Health Sciences.
19. Kimura J. *Facts, fallacies and fancies of nerve stimulation techniques. Electrodiagnosis in diseases of nerve and muscle: principles and practice*. Philadelphia: Davies; 1984. p. 143–68.
20. Dogan, N. U., Uysal, I. I., Karabulut, A. K., & Fazliogullari, Z. (2009). *The motor branches of median and ulnar nerves that innervate superficial flexor muscles: a study in human fetuses*. Surgical And Radiologic Anatomy, 32(3), 225-233. <https://doi.org/10.1007/s00276-009-0580-1>



Recibido: 06.2025

Aceptado: 09.2025



Revista Argentina de Anatomía Online
2025, Vol. XVI, N° 2 pp. 79-84



ARGENTINA

Realidad mixta como complemento en la enseñanza de la anatomía cardíaca: Innovación interactiva con gafas Virtual Reality (VR)

Mixed reality as a complement to the teaching of cardiac anatomy: interactive innovation with VR glasses

Vargas-Centurión, Ana Camila;^{1,4} Queirolo-Burgos, Brenda Mariana;¹ Soriano, Eliana Abigail;¹ Serrano-Bernández, Victoria Cristina;^{1,4} Abuin Gustavo^{1,2,3,4}

Universidad de Buenos Aires [UBA], Facultad de Medicina, Instituto de Ciencias Aplicadas Sergio L. Provenzano, Heart Laboratory. Buenos Aires. Argentina

E-mail de autor: Ana Camila Vargas-Centurión avargascenturion@fmed.uba.ar

¹ Universidad de Buenos Aires, Facultad de Medicina, Instituto de Ciencias Aplicadas Sergio L. Provenzano, Heart Laboratory. Buenos Aires. Argentina.

² Universidad de Buenos Aires, Facultad de Medicina. Segunda cátedra de anatomía normal. Buenos Aires. Argentina.

³ Departamento de Cirugía cardiovascular, Hospital General de Agudos "Juan A. Fernández". Buenos Aires. Argentina.

⁴ Fundación Héctor Alejandro Barceló, Facultad de Medicina. Buenos Aires. Argentina.

Resumen

El Heart Laboratory se ha dedicado a la enseñanza de la anatomía cardíaca mediante técnicas actualizadas de preservación, disección e inyección. Dado que los preparados cadávericos no pueden ser distribuidos físicamente a todos los estudiantes del país, el objetivo de este trabajo fue combinar la realidad mixta con clases convencionales para evaluar su impacto en la experiencia de aprendizaje. Se realizó una clase interactiva con gafas de realidad mixta en la que participaron 20 estudiantes de primer año de Medicina. Mediante una encuesta se obtuvo que el 40 % estaba cursando nuevamente Anatomía (la mitad por segunda vez, la otra mitad por tercera). El 100 % coincidió en que el material anatómico disponible en la cátedra es insuficiente, que las prácticas con cadáveres no son reemplazables, pero que la realidad mixta representa un valioso complemento ya que todos utilizan tecnología para estudiar. Asimismo, consideraron que el corazón virtual es similar, aunque no idéntico al real y apoyaron la incorporación de laboratorios de realidad virtual en las cátedras. Se concluye que, en un contexto educativo cada vez más tecnológico, es necesario integrar nuevas herramientas para enriquecer la enseñanza sin perder calidad académica.

Palabras clave: Realidad virtual, realidad mixta, corazón, anatomía, medicina.

Abstract

The Heart Laboratory has been dedicated to the teaching of cardiac anatomy through updated techniques of preservation, dissection, and injection. Since cadaveric specimens cannot be physically distributed to all students across the country, the aim of this study was to combine mixed reality with conventional classes to assess its impact on the learning experience. An interactive class using virtual reality (VR) headsets was conducted, involving 20 first-year medical students. A survey revealed that 40% were repeating the Anatomy course (one half for the second time, the other half for the third). All students (100%) agreed that the anatomical material provided in the course is insufficient, that cadaver-based practice is irreplaceable, but that mixed reality offers a valuable complement, as all of them use some form of technology to study. Additionally, they considered the virtual heart to be similar, though not identical to a real one, and supported the implementation of virtual and mixed reality labs in anatomy courses. In conclusion, in an increasingly technological educational context, it is necessary to integrate new tools to enrich teaching without compromising academic quality.

Keywords: Virtual reality, Mixed reality, Heart, Anatomy, Medicine

Introducción

El Heart Laboratory se ha comprometido desde sus inicios a la enseñanza de la anatomía cardíaca con más de 100 corazones en estudio de diversas especies, incluyendo anatomía comparada e implementando técnicas actualizadas de preservación, disección e inyección. Estas características hacen que el estudio del corazón sea más preciso y duradero en el tiempo y requiera largas horas de trabajo.

Al tratarse de preparados cadávericos no es posible acercar físicamente nuestro material a todos los estudiantes del país, por lo cual, el objetivo de este trabajo es combinar la realidad mixta y las clases convencionales con preparados

anatómicos para evaluar la experiencia de los estudiantes de primer año de la Carrera de Medicina de la Universidad de Buenos Aires.

Material y métodos

Para realizar el contenido virtual con el corazón del Heart Laboratory UBA, primero se seleccionó un corazón humano inyectado con látex prevulcanizado a través de las arterias coronarias.

Se realizó la disección de la configuración externa y se implantó un bypass aortocoronario con vena safena invertida y

sutura continua de prolene 7-0. Mediante fotogrametría se obtuvo la imagen que se visualiza al colocarse las gafas VR. Además, se adquirió un modelo de corazón virtual ilustrativo para que el estudiante pueda interactuar aún más en este mundo inmersivo de la realidad mixta.

Para comprobar la eficacia de esta tecnología en el ámbito académico, se realizó una clase interactiva no convencional con las gafas VR en el laboratorio de Cardioanatomía Heart Laboratory UBA perteneciente al Instituto de Ciencias Aplicadas "Dr. Sergio Provenzano" (ICAP), Facultad de Medicina, Universidad de Buenos Aires (UBA).

Participaron 20 alumnos de primer año de la Carrera de Medicina cursando la asignatura Anatomía. Primero se dio una clase introductoria con los corazones reales que se utilizaron para realizar la representación virtual mediante fotogrametría, y luego pasó a la inmersión en realidad virtual con las gafas VR.

Para reunir información acerca del impacto que generó esta tecnología en los alumnos participantes de la clase se realizó una encuesta mediante Google Forms.

Resultados

La realidad mixta es una tecnología muy avanzada en la actualidad, permite al colocarnos unos dispositivos en formato de gafas o cascos, visualizar efectos holográficos a nuestro alrededor.

Estos contenidos virtuales son recreados digitalmente pudiendo abarcar desde un simple diseño hasta imágenes de alta calidad e increíble realismo con posibilidad de interactuar con ellas utilizando nuestras manos y/o controladores remotos.

La encuesta realizada a los alumnos arrojó los siguientes resultados:

Durante la clase interactiva con gafas de realidad mixta en la que participaron 20 estudiantes de primer año de Medicina, se obtuvo mediante una encuesta que el 60% está cursando por primera vez la asignatura, mientras que el porcentaje restante siendo el 40% estaba cursando nuevamente Anatomía; la mitad por segunda vez, la otra mitad por tercera vez.

También se evidenció que el 100% de los alumnos que estuvieron en la clase interactiva coinciden en que no hay suficiente material cadáverico para los prácticos y que son fundamentales para el buen rendimiento académico tanto

en parciales como en finales.

El 35% de los alumnos no tenía conocimiento sobre realidad virtual y realidad mixta hasta ese momento, el 40% tenía conocimiento y ya había utilizado gafas VR, y el 25% conocía la tecnología, pero nunca había usado gafas VR.

Los 20 alumnos coinciden en que; las prácticas convencionales en los auditorios de anatomía no son reemplazables en su totalidad, pero están de acuerdo en que la realidad virtual y la realidad mixta sería un buen complemento en la enseñanza.

El 100% muestra interés en que las cátedras de anatomía se sumen a esta nueva iniciativa tecnológica, implementando laboratorios de realidad mixta como complemento de estrategia didáctica, y mencionan que tener una herramienta interactiva virtual es beneficioso para complementar el estudio de la anatomía cardíaca.

La totalidad de los mismos coinciden que el corazón virtual es parecido a uno real pero no igual.

Otro punto de relevancia era poder conocer si era una limitación el tiempo que se demora en aprender a usar estos dispositivos, lo que arrojó un beneficio para la implementación de esta nueva tecnología ya que el tiempo que lleva entender las funciones y comandos de las gafas VR es de aproximadamente 3 a 5 min por alumno.

Además de los libros y las clases convencionales, todos los alumnos afirman utilizar plataformas virtuales, Inteligencia Artificial, atlas virtuales y videos de YouTube como complemento para el estudio de la anatomía.

¿Es la primera vez que cursas Anatomía?
20 respuestas

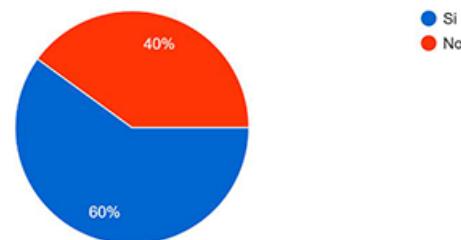


Fig. 1: De 20 alumnos el 60 % está cursando por primera vez la materia anatomía y el 40% es recursante.

Si no es la primera vez, ¿Cuantas veces la recursaste?
 8 respuestas

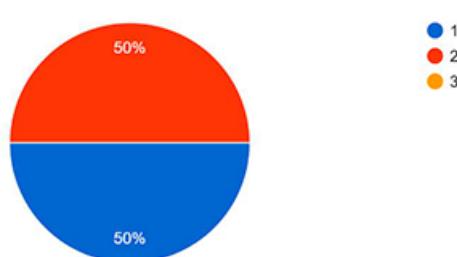
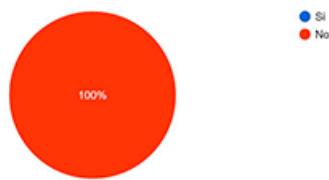


Fig. 6: El 100% de los alumnos encuestados coinciden en que las prácticas convencionales en los auditórios de anatomía no son reemplazables en su totalidad, pero están de acuerdo en que la realidad virtual y la realidad mixta sería un buen complemento en la enseñanza.

Fig. 2: Del 40% de recurso, el 50 % recurrió 1 vez y el otro 50% lo hizo 2 veces.

En los prácticos con cadáveres ¿Tienen suficiente material para toda la mesa?
 20 respuestas



¿Te gustaría que las cátedras implementen un laboratorio con gafas VR como parte de los prácticos?
 20 respuestas

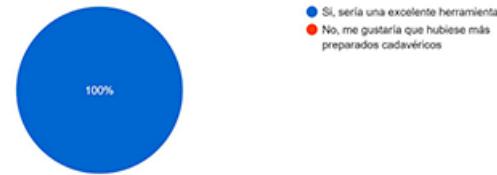
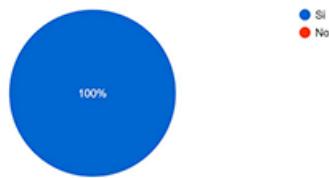


Fig. 7: El 100% de los alumnos encuestados muestra interés en que las cátedras de anatomía se sumen a esta nueva iniciativa tecnológica, implementando laboratorios de realidad mixta como complemento de estrategia didáctica.

Si la respuesta fue No, ¿Crees que, si tienen más preparados, tendrían mejor rendimiento en el examen?
 20 respuestas



¿Crees que el corazón virtual en realidad mixta es una buena herramienta interactiva?
 20 respuestas

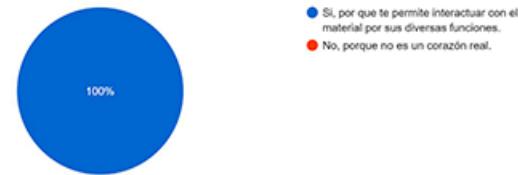
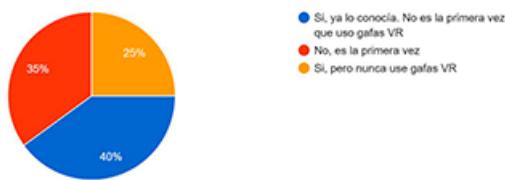


Fig. 8: El 100% de los alumnos está de acuerdo en que tener una herramienta interactiva virtual es beneficioso para complementar el estudio de la anatomía cardíaca.

Fig. 4: El 100% de los alumnos encuestados coinciden en que los preparados cadávericos son necesarios para un buen rendimiento en el momento de la evaluación final.

¿Escuchaste hablar sobre realidad mixta o realidad virtual alguna vez?
 20 respuestas



¿Crees que el corazón en realidad virtual se asemeja bastante a la realidad?
 20 respuestas

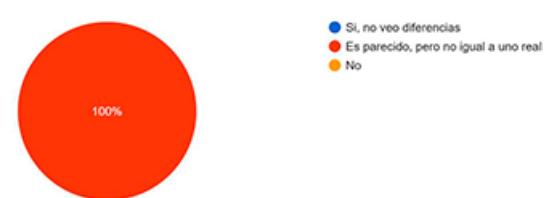


Fig. 9: El 100% de los alumnos coinciden que el corazón virtual es parecido a uno real pero no igual.

¿Cuánto tiempo te lleva entender y manejar los controles con las gafas VR?
 20 respuestas

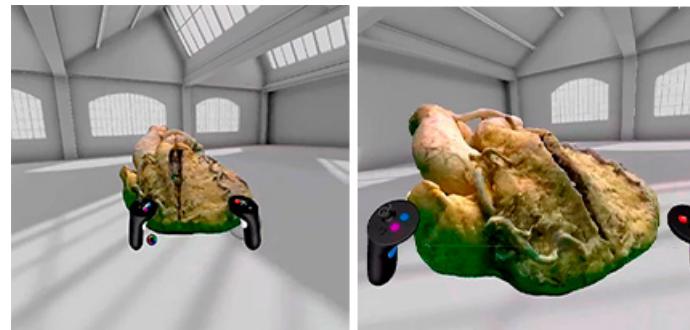
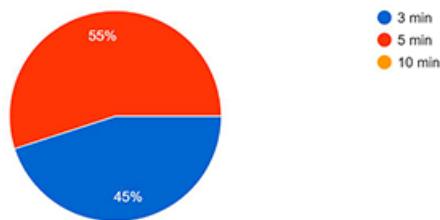


Fig. 13: Corazón real del Heart Laboratory UBA en realidad virtual

Fig. 10: El tiempo que lleva entender las funciones y comandos de las gafas VR es de aproximadamente 3 a 5 min por alumno.

¿Utilizas alguna tecnología virtual para estudiar anatomía? ejemplo: IA, atlas virtual, etc.
 20 respuestas

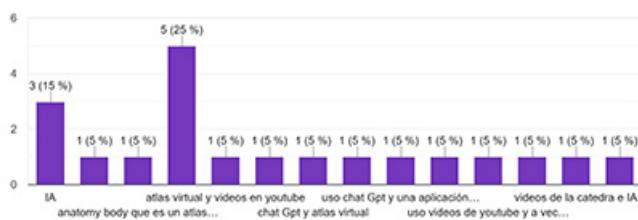


Fig. 11: Además de los libros y las clases convencionales, todos los alumnos afirman utilizar plataformas virtuales, Inteligencia Artificial, atlas virtuales y videos de YouTube como complemento para el estudio de la anatomía.

Discusión

En la enseñanza de la anatomía médica hemos incursionado en la realidad mixta abriendo nuevas posibilidades al permitir la interacción con modelos anatómicos virtuales sin perder el entorno real del aula o auditorio.

Nuestro proyecto utilizando gafas VR desarrolla contenidos interactivos que permiten a los estudiantes explorar el cuerpo humano de manera inmersiva y dinámica.

El corazón, es un órgano hueco que se encuentra tabicado y valvulado de tal manera que se conforman 4 cámaras o cavidades por las cuales circula sangre desde los tejidos hacia los pulmones y viceversa.¹

Fue posible hacer una representación virtual de este mecanismo y poder simular la anatomía cardíaca, gracias a las licencias de desarrollador adquiridas, ya que hemos podido crear una herramienta educativa que combina la precisión de la anatomía virtual con la familiaridad del entorno físico, facilitando una experiencia de aprendizaje más intuitiva y efectiva.

Los usuarios pueden manipular estructuras anatómicas con gestos naturales, mejorando la comprensión y retención de conceptos complejos.

Las gafas VR también contienen diseños interactivos donde el estudiante puede dibujar o resaltar estructuras, al combinar la tecnología virtual con las clásicas proyecciones en 2D en pantalla. Con esta herramienta, el entorno también puede visualizar lo que el estudiante o el docente realiza cuando se encuentra sumergido en la realidad mixta.

Este enfoque no sólo enriquece la enseñanza, sino que también prepara a los estudiantes para un futuro donde la tecnología juega un papel crucial en la práctica médica.



Fig. 12: Experiencia de los alumnos con la realidad mixta y el corazón virtual

Nuestro compromiso es seguir innovando para mejorar la educación de la anatomía a través de soluciones tecnológicas avanzadas.

En definitiva, el número de estudios actuales sobre tecnología y educación permite inferir que existen pocas investigaciones con adecuada calidad metodológica, por lo que se propone la realización de más proyectos y trabajos experimentales que involucren un mayor enfoque metodológico en torno a esta temática virtual.²

Por ello nos vemos en la necesidad de seguir investigando y poniendo a prueba este tipo de estrategia didáctica para encontrar la mejor manera de incluirla en el ámbito educativo y que sea un complemento más.

El término “virtual” despierta cada vez más interés y está cobrando gran relevancia en nuestra cultura. Sin embargo, en el ámbito de las ciencias médicas, lo real y lo virtual parece estar en constante enfrentamiento. En este contexto surge el debate sobre el uso de cadáveres digitales mediante realidad virtual y si éstos deberían reemplazar al cadáver real en la enseñanza de la anatomía humana.³

Según los resultados de la encuesta realizada, por el momento no es posible reemplazar las prácticas convencionales con cadáveres ya que el 100% de los alumnos (**Fig. 6**) consideran necesario para el aprendizaje seguir en contacto con los tradicionales anfiteatros de anatomía.

Creemos que implementar esta tecnología virtual e inmersiva puede ayudar a los alumnos de primer año de la Carrera de Medicina a aprender con mayor precisión, superar los desafíos que impone la asignatura “anatomía”, permitiendo así mayor participación y continuidad durante la cursada.⁴

El entorno virtual brinda una oportunidad o solución para estudiantes que, por diversas razones, no pueden acceder a los recursos de las cátedras.⁵

Las gafas VR ofrecen grandes oportunidades en la educación, pero también presentan desventajas que deben considerarse.

Los dispositivos de realidad mixta tienen un alto costo, lo que puede limitar su accesibilidad para muchas instituciones educativas. El costo no sólo incluye la compra de los dispositivos, sino también el mantenimiento y la actualización constante de hardware y software.

Asimismo, resulta necesaria la capacitación del docente para la correcta utilización del dispositivo. Como así tam-

bién, se debe tener en cuenta el entrenamiento individual de los alumnos ya que les toma entre 3 a 5 min entender cómo funcionan los comandos. (**Ver Fig. 10**)

Conclusiones

Nos encontramos en una era tecnológica donde ya se han implementado muchas de estas tecnologías en las ciencias médicas y en educación ya que las generaciones de jóvenes que ingresan a la Carrera de Medicina exploran por cuenta propia nuevas formas de estudio acompañadas de herramientas como la inteligencia artificial o los simuladores virtuales.

Creemos necesario acompañar y apoyar esos cambios sin disminuir el contenido ni la calidad de nuestra enseñanza, sino enriqueciéndola; ya que hemos notado en los resultados obtenidos en este trabajo, que los alumnos se ven muy apoyados en la tecnología para el estudio de la anatomía y motiva a brindarles desde la facultad, un espacio donde puedan desarrollar aún más sus capacidades al interactuar con tecnología de amplio impacto como es la realidad mixta.

Seguimos trabajando para lograr que todos los corazones del laboratorio se encuentren en formato de realidad mixta con las mismas funciones del corazón virtual, para que ya no sea un problema el hecho de que el corazón virtual es parecido, pero no igual a un corazón real.

Tomando este compromiso, como lo hicimos al complementar la disección cadavérica con la aplicación holográfica. Sumando así al concepto de realidad anatómica pura, la realidad mixta. Seguimos impulsando al crecimiento de nuevas estrategias didácticas para despertar más curiosidad en los alumnos.

Agradecimiento

A Azul Mailen Real, estudiante de Ciencias de la Comunicación (UBA), por la colaboración en la redacción del artículo.

Referencias:

1. Abuin, G; Barceló, A; Cichero, F. *El ABC del corazón. Capítulo 8. El sistema de conducción.* Edición 1. Editorial tres ediciones. Lanús, 2010, (173-208)
2. Bernal García, M.; Quemba, M. M.; Silva, O. S., Pacheco Olmos, B. *Traditional laboratories versus new technologies for the study of human anatomy in medical students: A systematic review and meta-analysis,* International Journal of Morphology., 2022, 40(1):30 – 36.
3. Araujo Cuadro, J. C: *Los cadáveres digitales de la realidad virtual vs los cadáveres reales en el aprendizaje de la anatomía. ¿Debería ser un reemplazo o la tecnología no logra sustituir al cadáver?* Revista Argentina de Anatomía Online, 2021; 12(1): 25-33.
4. Quiñonero, F; Mesas, C; Doello, K, Láinez Ramos Bossini, A. J, Perazzoli, G: *Learning anatomy through dissection: emotional influence on the first-year medical student: a systematic review.* European Journal of Anatomy, 2023; 27 (5): 643-649.
5. Schmidt, L. I; Antoniazzi Pozzer, G.G; Perrotta Villacorta, M.P; González Vedoya, G; Solón Teruel, L.B; Regonat, S; Gorodner, A.M. *Anatomía en la era digital: Construcción de un museo virtual con modelos 2D y 3D.* Revista Argentina de Anatomía Online 2025; 16 (1): 32-37
6. Abuin, g.; Vargas-Centurión, A.C.; Queirolo-Burgos, B.M.; Soriano, E.A. & Losardo, R.J. *El sistema de conducción del corazón: Disección cadavérica (realidad anatómica pura) y la aplicación holográfica.* Int. J. Morphol., 43(3):1030-1037, 2025



Recibido: 04.2025

Aceptado: 06.2025



Revista Argentina de Anatomía Online
2025, Vol. XVI, N° 2 pp. 82-89



ARGENTINA

Linfocentros del miembro torácico de inspección veterinaria post mortem en ovinos y su analogía en bovinos

Post-mortem veterinary inspection thoracic limb lymphocenters in sheep and their analogy in cattle

Polej, E. E¹; Resoagli, J. M.²; Fernández, J. A²; Flores Quintana, C. I.³
Universidad Nacional del Nordeste [UNNE], Corrientes, Argentina. Cátedra Bromatología e Higiene Alimentaria. Facultad de Ciencias Veterinarias.

E-mail de autor: Egon Edvin Polej egon.polej@vet.unne.edu.ar

¹ Universidad Nacional del Nordeste (UNNE), Corrientes, Argentina. Cátedra Bromatología e Higiene Alimentaria. Facultad de Ciencias Veterinarias.

² Universidad Nacional del Nordeste (UNNE), Corrientes, Argentina. Cátedra Anatomía I. Facultad de Ciencias Veterinarias.

³ Universidad Nacional del Nordeste (UNNE), Corrientes, Argentina. Cátedra Histología y Embriología. Facultad de Ciencias Veterinarias.

Resumen

La inspección del sistema linfático, mediante el estudio de linfocentros y sus territorios tributarios, es fundamental en la inspección veterinaria para garantizar la seguridad sanitaria de reses y vísceras destinadas al consumo humano. El sistema linfático, al actuar como un circuito accesorio que reabsorbe líquidos tisulares y elimina agentes patógenos, desempeña un papel clave en la salud animal y por ende, en la salud pública. Este trabajo se centró en el estudio de los linfocentros del miembro torácico en Ovis aries, destacando la necesidad de comprender su anatomía topográfica y vías de abordaje para realizar una inspección adecuada en plantas de faena. Se identificaron y describieron forma, tamaño y situación anatómica de cada uno mediante un abordaje sistemático. Para ello, se emplearon ejemplares machos y hembras, considerando el dimorfismo sexual, a los cuales se les aplicó la eutanasia. La administración de un colorante por vía intradérmica y subcutánea permitió la visualización del sistema linfático durante la necropsia. Los resultados evidenciaron similitudes en la distribución, aferencias y eferencias de los linfocentros entre ovinos y bovinos, resaltando patrones anatómicos comunes. Este tipo de información resulta esencial para mejorar la inspección sanitaria en animales de abasto, garantizando la calidad de los productos cárnicos, previniendo enfermedades zoonóticas y fortaleciendo la seguridad alimentaria.

Palabras clave: ovinos, anatomía, linfocentros, inspección, veterinaria.

Abstract

The inspection of the lymphatic system, through the study of lymphocenters and their tributary territories, is fundamental in veterinary inspection to guarantee the sanitary safety of cattle and viscera destined for human consumption. The lymphatic system, acting as an accessory circuit that reabsorbs tissue fluids and eliminates pathogens, plays a key role in animal health and, therefore, in public health. This work focused on the study of the thoracic limb lymphocenters in Ovis aries, highlighting the need to understand their topographic anatomy and approach pathways for proper inspection in slaughter plants. The shape, size, location, references and references of each one were identified and described through a systematic approach. For this purpose, male and female specimens were used, considering sexual dimorphism, which were euthanized. The administration of a dye intradermally and subcutaneously allowed visualization of the lymphatic system after necropsy. The results showed similarities in the distribution, afferents and efferents of the lymphocenters between sheep and cattle, highlighting common anatomical patterns. This type of information is essential for improving sanitary inspection of slaughter animals, guaranteeing the quality of meat products, preventing zoonotic diseases and strengthening food safety.

Keywords: sheep, anatomy, lymphocenters, inspection, veterinary

Introducción

La salubridad de las carnes ha sido una preocupación constante a lo largo de la historia en diversas culturas.

Desde tiempos antiguos, se han establecido criterios para determinar la aptitud de la carne para el consumo humano. Un ejemplo de ello, se encuentra en la ley mosaica, en la cual Moisés prohibió el consumo de ciertas especies, una disposición que algunos autores atribuyen a la prevención de la transmisión de diversas patologías al ser humano.¹

En el siglo XVIII, surgió un grupo denominado "higienistas empíricos" que aún carecían de un fundamento científico,

manifestaron la obligación de crear la policía sanitaria, que hacia el final del siglo fue adquiriendo relevancia con la creación de las escuelas de medicina veterinaria. Emanando de esas instituciones normativas y reglamentaciones con base científica para la inspección veterinaria.²

En esa inspección veterinaria cobra relevancia el sistema linfático, ya que una función básica que es de defensa del organismo, además de formar parte fundamental del aparato circulatorio.

Una de las estructuras que forman parte de este sistema son los linfocentros (LC), los mismos están distribuidos en el trayecto de los vasos linfáticos, cumpliendo la función del

filtrado de linfa. Siendo estos LC una de las primeras barreras de defensas del organismo contra la invasión de agentes patógenos.^{3,4}

Para la inspección de los LC, es fundamental un conocimiento profundo de la anatomía topográfica, ya que esto permite su correcta localización y evaluación, asegurando una revisión exhaustiva y precisa.

Este proceso se lleva a cabo mediante técnicas de visualización, palpación e incisión, las cuales permiten detectar alteraciones morfológicas que puedan indicar la presencia de patologías. En este contexto, el estudio detallado de la anatomía topográfica y de las regiones tributarias de los LC es esencial para la identificación de afecciones y posterior emisión de un criterio sanitario sobre reses, medias reses y vísceras.

La evaluación de estos órganos linfáticos no solo contribuye a la identificación de patologías, sino que también permite establecer medidas preventivas para la seguridad alimentaria. Además, la importancia de esta información se ve acentuada por la escasa descripción anatómica en esta especie, lo que ha llevado a una frecuente comparación con el bovino como referencia anatómica y sanitaria.⁵

Materiales y Métodos

Para el estudio se utilizaron ovinos lanados, cruda con base Ideal, provenientes de sistemas de producción extensiva en la provincia de Corrientes, cinco ejemplares hembras, tres de ellos adultas y cinco ejemplares machos, tres adultos.

El número de ejemplares utilizados fue determinado conforme al principio de Reducción en el uso de animales en investigación, el cual promueve la obtención de niveles comparables de información mediante la utilización del menor número posible de animales en procedimientos científicos.

Asimismo, otro criterio metodológico que influyó en el tamaño de la muestra fue la diversidad del material biológico experimental; dado que una mayor homogeneidad en los ejemplares permite esperar una menor variabilidad en las respuestas, se facilita la realización de ensayos con un tamaño muestral reducido, sin comprometer la validez de los resultados obtenidos.

Con anterioridad a la eutanasia, se llevó a cabo una pre-medicación, utilizando xilacina 0,04-0,08 mg/Kg y acetilpromazina 0,03-0,06 mg/Kg, ambas fueron suministradas por vía intramuscular. La inducción se realizó con ketamina a dosis de 4 mg/Kg, por vía endovenosa, y el mantenimiento con la misma droga a razón de 2 mg/Kg por la misma vía, y

luego se realizó la exanguinación, previa canalización de la arteria carótida. Este procedimiento farmacológico es aceptable, dado que el individuo se encuentra inconsciente.^{6,7,8}

Para el estudio de las vías de drenaje, se empleó la técnica de inyección indirecta, basada en la administración de un producto con colorante en el intersticio (vía intradérmica o subcutánea).

Este método permite la difusión del colorante a través del sistema linfático, facilitando la visualización de los colectores y linfocentros.⁹ Como colorante se utilizó tinta china; esta se inyectó por vía intradérmica 0,5 ml y por vía subcutánea 1 ml, por punto de inyección próximos a los principales linfocentros superficiales.

Resultados

Linfocentro Cervical Superficial:

Es un linfocentro (LC) par, presente en cada media res, localizado en el borde craneal de la escápula. Se llevó a cabo la disección anatómica, ubicando el LC en el borde craneal del músculo supraespinal, ventral al músculo braquiocefálico y próximo a la articulación escapulohumeral. Finalmente, el LC fue exteriorizado, posibilitando la descripción detallada. (Fig. 1)

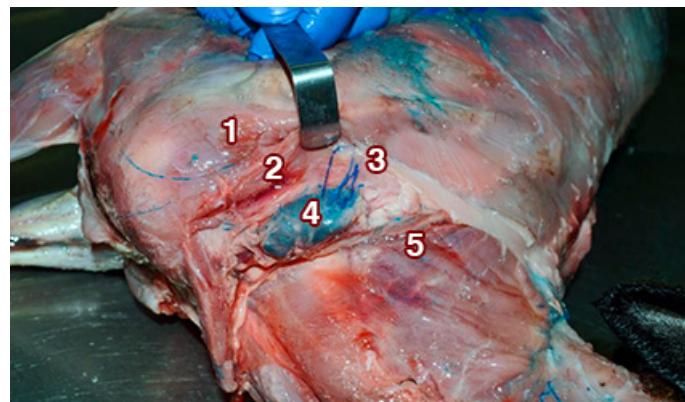


Fig. 1: Vista lateral derecha de la región escapular. 1. articulación escapulohumeral; 2. músculo supraespinal; 3. Región escapular; 4. LC prescapular derecho; 5. Región cervical.

Características anatómicas:

- **Derecho:** Presentaba una forma ligeramente ovoide, asemejándose a un cigarro, con dimensiones de $3,13 \pm 0,53$ cm de longitud, $1,49 \pm 0,39$ cm de ancho y $0,91 \pm 0,34$

cm de espesor.

- **Izquierdo:** De forma similar al lado derecho, con medidas de $2,94 \pm 0,69$ cm de longitud, $1,50 \pm 0,32$ cm de ancho y $0,90 \pm 0,26$ cm de espesor.

Distribución vascular:

- **Vasos aferentes:** Provenían del brazo, antebrazo, mano, así como de la región posterior de la cabeza, cuello y del tórax hasta la altura de la octava costilla. Además, se observaron conexiones con los linfocentros retrofaríngeos.
- **Vasos eferentes:** Drenaban hacia el conducto torácico, asegurando el retorno linfático hacia la circulación sistémica.

Linfocentro Preesternal

Localizado dorsal al esternón, en el primer espacio intercostal, adyacente a la arteria torácica interna y rodeada por tejido adiposo. Su forma es ovoide y se encuentra de manera variable a la izquierda o derecha de la línea media de la res, ya que es un linfocentro único. (Fig. 2)

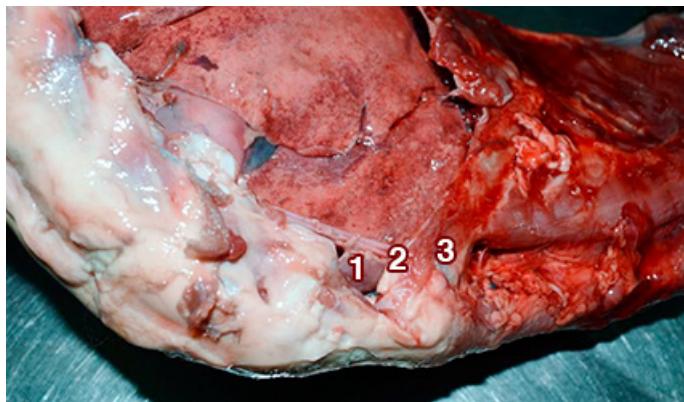


Fig. 2: Localización e identificación del LC Preesternal. 1. LC preesternal; 2. Área del primer espacio intercostal; 3. Primera costilla.

Características anatómicas:

- **Derecho:** El LC presentó una forma aplanada dorsoventralmente, con dimensiones de $1,9 \pm 0,48$ cm de largo, $1,17 \pm 0,30$ cm de ancho y $0,52 \pm 0,09$ cm de espesor. Los vasos aferentes provenían de la región ventral del tórax, el diafragma, el pericardio y la porción mediastínica de la pleura. Los vasos eferentes drenaban hacia el linfocentro preectoral.
- **Izquierdo:** El LC presentó un tamaño de $1,08 \pm 0,19$ cm de longitud, $0,73 \pm 0,06$ cm de ancho y $0,46 \pm 0,08$ cm de espesor, mostrando una ligera variación en comparación con el lado derecho.

La situación anatómica subrayó la función crucial de este linfocentro en el drenaje linfático de la región torácica ventral y su conexión con el sistema linfático a través de los linfocentros preectorales, lo que lo convierte en una estructura de gran relevancia inmunológica en la vigilancia y el drenaje linfático de la región torácica.

Linfocentro Preectoral:

Denominado linfocentro costocervical o falso ganglio del inspector, se localizó en la región craneal de la entrada del tórax, anterior a la primera costilla. Se encontró próximo al golfo de la yugular, lateral y ventral a la tráquea, en contacto dorsal con el esófago y la arteria carótida. (Fig. 3)

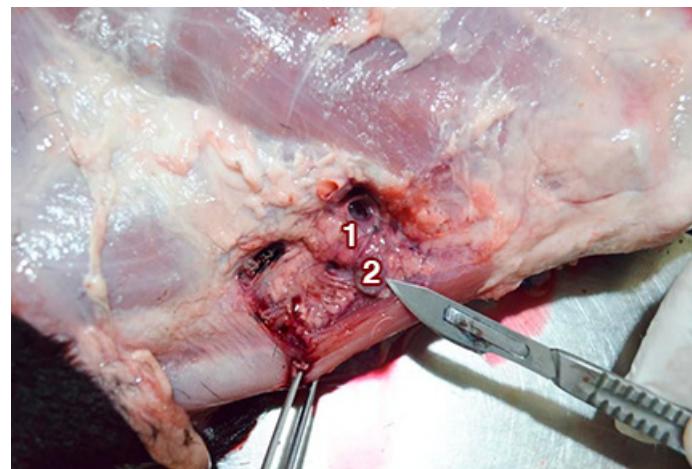


Fig. 3: Localización e identificación del LC preectoral. 1. Golfo de la yugular; 2. LC preectoral.

Características anatómicas:

- **Derecho:** Presentó una forma aplanada dorsoventralmente, con dimensiones de $1,9 \pm 0,48$ cm de largo, $1,17 \pm 0,30$ cm de ancho y $0,52 \pm 0,09$ cm de espesor.
- **Izquierdo:** Con una forma similar y un tamaño de $1,81 \pm 0,49$ cm de largo, $1,1 \pm 0,31$ cm de ancho y $0,53 \pm 0,08$ cm de espesor.

Distribución vascular:

- **Vasos aferentes:** Provenían de los músculos del cuello, la espalda, la pleura costal, el diafragma y del linfocentro preesternal.
- **Vasos eferentes:** Drenaron hacia el conducto torácico, facilitando el retorno linfático hacia la circulación sistémica.

Este linfocentro desempeñó un papel fundamental en el drenaje linfático de múltiples estructuras, incluyendo los músculos cervicales y torácicos, así como de la pleura y el diafragma. Su proximidad a importantes estructuras vasculares y respiratorias subraya su relevancia en la fisiología inmunológica y su conexión con el sistema linfático central.

Linfocentro Axilar (LC subescapular)

Se localizó en la cara medial del músculo subescapular, en relación directa con la arteria y vena axilar. Se identificó en posición ventral al plexo braquial y lateral al músculo braquiocefálico. Tras su identificación, se observó que en cada mitad de la res existía un linfocentro principal, acompañado de uno a tres linfocentros accesorios de menor tamaño. (**Fig. 4**)



Fig. 4: Localización e identificación del LC axilar izquierdo. 1. Músculo subescapular; 2. LC axilar izquierdo.

Características anatómicas:

- Derecho:** Mostró una forma ligeramente circular, con dimensiones de $0,82 \pm 0,13$ cm de longitud, $0,47 \pm 0,18$ cm de ancho y $0,34 \pm 0,08$ cm de espesor.
- Izquierdo:** Presentó un tamaño de $0,97 \pm 0,17$ cm de longitud, $0,63 \pm 0,24$ cm de ancho y $0,42 \pm 0,06$ cm de espesor, con una forma similar a la del linfocentro axilar derecho.

Distribución vascular:

- Vasos aferentes:** Provenían de los músculos de la espalda, brazo y antebrazo, asegurando el drenaje linfático de estas regiones.
- Vasos eferentes:** Drenaron en el conducto torácico, facilitando el transporte de la linfa hacia la circulación mayor.

Este LC demostró un papel relevante en el drenaje linfático de los miembros anteriores y la espalda, además de su estrecha relación anatómica con importantes estructuras vasculares y nerviosas en la región axilar. La presencia de linfocentros accesorios refuerza su capacidad de drenaje, proporcionando una vigilancia inmunológica eficaz en la región.

Discusión

El Linfocentro Cervical Superficial se encuentra en la región parietal externa del cuello, con una ubicación análoga a la de los bovinos y equinos, y con características similares a los linfocentros cervicales superficiales dorsales de los porcinos.^{10,11}

La región que tributa a este linfocentro coincide con lo señalado en descripciones previas,⁵ donde además se destaca su importancia como punto de inspección rutinaria en playa de faena para bovinos, ovinos y cerdos.

El Linfocentro Preesternal presenta una situación anatómica concordante con lo descrita para bovinos en cuanto a ubicación, aferencias y eferencias.^{10,11,12} Sin embargo, se ha reportado bajo distintas denominaciones, tales como LC esternal craneal o supraesternal anterior, ganglio del inspector o de Van Hersten y no menciona su exploración post mortem en *Ovis aries*.⁵ Aunque, su inspección podría realizarse sin comprometer la calidad de presentación de la res, dada su localización anatómica.

En cuanto al Linfocentro Prepectoral, su posición anatómica concuerda con las descripciones clásicas,¹⁰ aunque con diferencias en cuanto a sus aferencias y eferencias. En algunas clasificaciones se lo incluye dentro del grupo de los linfocentros cervicales posteriores, mientras que otras sólo distinguen entre cervicales superficiales y profundos.^{11,12}

Según los resultados realizados, este LC puede ser considerado parte del grupo de los cervicales posteriores y su inspección post mortem es indispensable, ya que recibe aferencias del cuello, pleura costal, diafragma y linfocentro preesternal, mientras que sus vasos eferentes convergen en el conducto torácico.

Finalmente, el linfocentro axilar se identificó de manera constante en los ejemplares analizados, lo que coincide con las descripciones anatómicas tradicionales.¹¹ Sin embargo, se ha mencionado la posibilidad de su ausencia unilateral o bilateral en algunos casos.¹⁰

Debido a su ubicación anatómica, se clasifica como un

LC profundo, y su abordaje afectaría la presentación de la resolución. Dado que comparte aferencias con el linfocentro prepectoral, su inspección post mortem no se considera relevante, a diferencia de lo señalado para la especie bovina (5).

Conclusión

El análisis realizado señala, que los LC en ovinos, al igual que en bovinos, están distribuidos estratégicamente en todo el cuerpo para capturar y filtrar los patógenos presentes en la linfa.

Estos LC reciben aferencias de los tejidos circundantes, enviando eferencias hacia otros LC y hacia el sistema linfático general.

La observación de la concordancia en la ubicación topográfica y las vías de drenaje de los LC entre ovinos y bovinos proporcionó evidencia sólida para establecer una analogía en la anatomía topográfica del sistema linfático del miembro torácico en ambas especies. Esto sugiere que comparten patrones anatómicos semejantes.

Referencias:

1. Moreno García, B. *Higiene e inspección de carnes: bases científicas y legales de los dictámenes de matadero*. vol. II. Madrid: Ed. Díaz de Santos; 2003. 624 pág.
2. Otrosky, R.N. *La ciencia veterinaria y su relación en la calidad y seguridad de los alimentos*. Ciencia Veterinaria. 2017; 6:1-11.
3. Frandson, R.D.; Spurgeon, T.L. *Anatomía y fisiología de los animales domésticos*. 5^a ed. México: McGraw-Hill Interamericana; 1995.
4. Elgert, K. *Entendiendo el sistema inmunológico. Capítulo 2, Células y órganos del sistema inmunológico*. 2^a ed. Estados Unidos: Wiley-Blackwell; 2009.
5. Mayer, H.F. *Bromatología: higiene y control de los alimentos (I)*. Corrientes: Universidad Nacional del Nordeste; 1984. pág. 481.
6. Gregory, N.G.; Wotton, S.B. *Pérdida cronometrada de la capacidad de respuesta cerebral después de la exanguinación en terneros*. Res Vet Sci. 1984; 37:141-3.
7. Consejo Canadiense de Cuidado de Animales/Conseil Canadien de Protection des Animaux (CCAC-CCPA). *Manual sobre el cuidado y uso de los animales de experimentación*. 2^a ed. Ontario: Consejo Canadiense sobre el Cuidado de los Animales; 1998.
8. Asociación Médica Veterinaria Estadounidense (AVMA). *Pautas para la eutanasia de animales*. Schaumburg: Asociación Médica Veterinaria Gerota, D. Zur Technik der Lymphgefassinjektion. Eine neue Injektionsmasse der Lymphagefasse. Inyección policromada. Anat Anz. 1896.
9. Getty, R.; Sisson, S.; Grossman, J.D. *Anatomía de los animales domésticos*. 5^a ed. vol. I. Barcelona: Editorial Salvat; 1982. pág. 205.
10. König, H.E.; Liebich, H.G. *Anatomía de los animales domésticos: texto y atlas en color. Tomo 2: Órganos, Sistema Circulatorio y Sistema Nervioso*. 2^a ed. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2005. 416 pág.
11. Ashdown, R.R.; Done, S.H. *Atlas en color de anatomía veterinaria: rumiantes*. 2^a ed. España: Elsevier; 273 págs. ISBN: 978-84-8086-746-7.



ISSN edición impresa 1853-256X / ISSN edición online 1852-9348

Publicación de la Asociación Argentina de Anatomía

© 2025

