

GENERACIÓN DE RÉPLICAS ANATÓMICAS DEL SISTEMA VENTRICULAR ENCEFÁLICO HUMANO MEDIANTE TÉCNICA DE INYECCIÓN CORROSIÓN

GENERATION OF ANATOMY REPLICAS OF THE HUMAN ENCEPHALIC VENTRICULAR SISTEM BY THE INJECTION CORROSION TECHNIQUE

Edison Peralta-Pineda¹, Yobany Quijano-Blanco^{2*}

¹ Médico Cirujano, profesor instructor, Departamento de Morfología Humana, Programa de Medicina, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A, e-mail: edperalta@udca.edu.co; ² Médico Cirujano, Profesor titular, Departamento de Morfología Humana, Programa de Medicina, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A, Bogotá, D.C. Colombia, calle 222 No. 54-37. *Autor para correspondencia: e-mail: globdimorf@udca.edu.co

Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient. 18(1): 51-57, Enero-Junio, 2015

RESUMEN

El estudio anatómico del sistema ventricular encefálico en humanos se ha desarrollado a través de componentes teóricos y de premisas ilustrativas. El difícil acceso a las cavidades y la poca disponibilidad de piezas encefálicas en las facultades de Medicina, hacen que el contacto *a priori* con su arquitectura anatómica y estructura tridimensional, sea deficiente, en los cursos de primer y segundo año, de medicina humana. Las cavidades anatómicas, se replican a partir de moldes realizados con resina poliéster. Se implementa como técnica de estudio de algunas estructuras anatómicas complejas, como el sistema ventricular, ya que su descripción anatómica presenta dificultad en la comprensión de las neurociencias. Actualmente, se han utilizado resinas, como polímero neutro, en la creación de réplicas anatómicas, ya que exponen una serie de características especiales, como maleabilidad, conservación de estructura, durabilidad, bajo costo, escasa toxicidad y el soporte de forma, cuando se somete a bajas presiones. En este estudio, se generaron réplicas encefálicas a partir de moldes, facilitados por inyección y corrosión, complementados con moldes de yeso, soportados en resina poliéster. Se objetivaron las cavidades del sistema ventricular del encéfalo en tres dimensiones, conservando los relieves anatómicos iniciales de la réplica del sistema ventricular, como resultado final. Las piezas fueron de buena calidad, siendo una herramienta útil y adecuada para la comprensión de la neuroanatomía, evitando los daños en los encéfalos durante su manipulación, optimizando, así, los ambientes de estudio y mejorando la disponibilidad de piezas anatómicas, en las facultades de Medicina.

SUMMARY

The anatomical study of the human brain ventricular system has been developed through theoretical components and illustrative premises. The difficult access to the wells and the limited availability of brain parts in medical schools, make the *a priori* contact with its anatomic architecture and three-dimensional structure, deficient in courses of first and second year of human medicine. The anatomical cavities are replicated from molds made with polyester resin which is implemented as a technique for study of complex anatomical structures such as the ventricular system, since its anatomical description presents difficulties in the comprehension of neuroscience; therefore currently the use of neutral resins as polymer for anatomical replicas has been implemented. They exhibiting a number of special characteristics such as pliability, conservation of structure, durability, low cost, low toxicity and the holder so, when subjected to low pressures. In this study brain replicas were generated from molds, provided by corrosion and injection, supplemented with plaster casts supported on polyester resin. The cavities of the brain ventricular system were obtained in three dimensions, keeping the initial anatomical contours of the replica of the ventricular system as a final result. The pieces were of good quality, being a useful as an appropriate tool for understanding the neuroanatomy, avoiding brain damage during handling, optimizing learning environments and improving the availability of anatomical parts in medical schools.

Key words: Teaching, loyalty, molds, amphitheater.

Palabras clave: Enseñanza, fidelidad, moldes, anfiteatro.

INTRODUCCIÓN

El sistema ventricular encefálico corresponde a una serie de cavidades localizadas internamente en el encéfalo y desarrolladas en el sistema nervioso central (Bustamante, 2007; Latarjet & Ruiz-Liard, 2004). Está formado por dos ventrículos laterales, un tercer y cuarto ventrículo; de acuerdo con Snell (2001), los ventrículos se originan de la cavidad del tubo neural y se hallan recubiertos por un epitelio ependimario; dentro de ellos, los plexos coroideos producen el líquido cefalorraquídeo (Snell, 2001; Oda & Santana, 2003; Netter, 2011).

Las facultades de Medicina y demás instituciones de ciencias de la salud, se enfrentan a un problema complejo, ya que los especímenes y piezas anatómicas, dentro de sus recintos de estudio, se hacen cada vez más escasos, aún más, las piezas de estudio neuroanatómico, que presentan difícil adquisición, marcado daño con la manipulación y la imposibilidad de estudio de las mismas por fuera de los anfiteatros. Dicha situación hace necesario la búsqueda de piezas de representación anatómica tridimensional, de fácil adquisición y bajo costo, que faciliten el estudio y no requieran técnicas de preservación, disminuyendo la exposición a riesgo biológico, derivada de los fijadores (Quijano *et al.* 2012).

En Colombia, antes de obtener los cerebros humanos, con fines de docencia e investigación, el cadáver debe pasar por una serie de requisitos médicos legales (Osorio *et al.* 2004), que implican una estricta cadena de custodia y enfrentan al cadáver, potencialmente donable, a las facultades de Medicina, ante dos situaciones: si el cadáver se encuentra sin identificar debe transcurrir un tiempo determinado en medicina legal, lo que facilita su descomposición y, por otro, si el cadáver tiene familiares, deben donar el cuerpo con fines de docencia e investigación, previa firma de un consentimiento informado (Osorio & Santana, 2005; Franco, 2007).

Las piezas de cadáveres en fresco ofrecen una mayor fidelidad y acercamiento a las estructuras corporales *in vivo*, pero se presenta dificultad en su obtención, aún más, cuando se trata de piezas del Sistema Nervioso Central, generando daños en su manipulación y el tiempo de estudio es limitado, puesto que para conservar su arquitectura morfológica se necesitaría fijar sus tejidos con formol al 10%, impidiendo la putrefacción por autolisis y el crecimiento de microorganismos (Oliveira *et al.* 2013; Bertone *et al.* 2011; Wolff & Villa, 2012).

El método de conservación de piezas anatómicas más usado es la fijación en formaldehido, que se considera altamente tóxico y carcinogénico. Las resinas son elementos líquidos que se polimerizan y solidifican, a través de una reacción exotérmica, facilitada por un catalizador de estireno; entre

sus ventajas, con respecto a la fijación, se tienen una mayor conservación de la morfología tridimensional del material, mayor dureza, durabilidad y resistencia al paso del tiempo (Barrientos *et al.* 2014).

El uso de resinas, como técnica de conservación y de aplicación en la enseñanza de la anatomía humana, es un procedimiento económico, no tóxico y de fácil adquisición, que permite obtener réplicas tridimensionales exactas, de fácil manipulación, con la posibilidad de llevar su estudio fuera de los anfiteatros; además, de los moldes facilitados, se pueden multiplicar un significativo número de piezas con características morfológicas fiables, de las cuales, se pueden disponer como material de estudio e investigación (Barrientos *et al.* 2014).

Se debe considerar en la formación médica a la anatomía humana como pilar fundamental de la ciencia clínico quirúrgica y complemento esencial en la formación social de los médicos (Villarroel & Medina, 2011). Para garantizar los estándares de calidad en educación superior, en especial, en estudiantes de ciencias de la salud, se ha buscado que las habilidades y las competencias adquiridas en la vida universitaria minimicen riesgos en la atención a la población, derivando el concepto de herramientas de bio-simulación, que permitan la generación de matrices de estructuras biológicas y escenarios fácticos, que optimicen el aprendizaje en estudiantes; se busca, que el material que se reproduzca facilite el estudio de regiones anatómicas complejas, con el mayor grado de realismo posible, sin conflictos éticos o de bioseguridad, que se han presentado entre la relación del material cadavérico y la práctica en pacientes, según la normatividad vigente. El uso de resinas poliéster aplicado en la generación de herramientas de bio-simulación es un recurso importante en las prácticas de anatomía humana (Leidi *et al.* 2011).

La técnica de inyección y de corrosión consiste en la creación de una matriz plástica y la eliminación del tejido orgánico, de la muestra que se va a estudiar. Esta técnica fue aplicada en el sistema ventricular encefálico humano, con el propósito de estudiar los ventrículos que se ubican en el cerebro, logrando un mejor acercamiento y visualización de ellos en su aspecto y arquitectura espacial (Martínez *et al.* 2006). El principal material, para su desarrollo, es la resina de poliéster, cuyas propiedades favorecen los resultados de fidelidad en las réplicas anatómicas, concibiéndolas más reales y estéticas; esto permite una mejor comprensión de las estructuras para su estudio (Villarroel & Medina, 2011; Manjarrés, 2011).

La arquitectura anatómica del sistema ventricular encefálico, se vislumbra totalmente en estudios de imagenología; sin embargo, entraña cierto grado de dificultad, cuando se realiza su estudio en las aulas y en los anfiteatros, en donde

se tiene el primer contacto; por tal razón, se ha buscado relacionar y crear estructuras o piezas con réplicas exactas, para facilitar el acercamiento y el aprendizaje de las neurociencias, la reproducción de réplicas ventriculares encefálicas, con fines de docencia e investigación y, a partir del manejo de moldes obtenidos por inyección y por corrosión en base a moldeado con yeso, procuran una mejor comprensión de las cavidades y sistemas ventriculares del encéfalo (Segovia & Moreno, 1989), ya que se pueden obtener vistas estructurales en tres dimensiones, con la conservación exacta de su estructura anatómica inicial, lo cual, nos hace más eficaz y comprensible el estudio anatómico del sistema ventricular encefálico humano (Matamala *et al.* 1988; Fonoff *et al.* 2010).

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la realización del estudio, se eligieron tres encéfalos frescos, sin alteraciones anatómicas, ni estigmas de trauma, ni hemorragia; se inició un proceso de fijación de tejido, para lo cual, se suspendieron y se mantuvieron inmersos en formol al 10%, durante dos meses; de igual forma, se utilizaron los siguientes materiales: silicona, dos jeringas de 10cc, soda cáustica y resina poliéster, para inyectar el sistema ventricular encefálico, que facilita su manejo y conservación. Para la corrosión del tejido orgánico, se utilizó soda cáustica, catalizada por calor, a 100°C.

Dentro de las fases del proceso, posterior a la impregnación en solución de formaldehido al 10%, (Encina, 2011), se procedió, en cada uno de los tres encéfalos a realizar los siguientes procedimientos:

1. Se aplicó inyección con silicona dentro del ventrículo, buscando la entrada del cuerno posterior; al mismo tiempo, se introducía, por la cisura lateral del encéfalo la aguja, hasta encontrar la sensación de un vacío, con el fin de seleccionar el espacio ventricular (Przybysz & Scolin, 2008).
2. Seguidamente, se inyectó otra jeringa, con dirección más posterior, a 1cm, por encima de la cisura lateral, por donde se va a suministrar aire, con el propósito de permitir una expansión máxima definida de las cavidades ventriculares, lo que permitiría que, al inyectar silicona, se pueda llenar adecuadamente este espacio en el ventrículo, y el material se pueda distribuir en un área óptima.
3. Avanzando en el proceso, se va dosificando, lenta y progresivamente, hasta que sale la silicona por el orificio; ya en este punto, indica que se ha llenado completamente las cavidades ventriculares.
4. Se procede a retirar las agujas y se aguarda, aproximadamente 5 minutos, dejando el cerebro en posición fija,

bajo un eje de 90 grados, en espera que seque la silicona (Przybysz & Scolin, 2008).

5. Después de haber efectuado este proceso, se procede a realizar la corrosión, que consiste en sumergir en un recipiente el cerebro en contenido de soda cáustica, de 2 a 3cm el volumen del encéfalo, durante dos días, con el fin que absorba completamente la sustancia corrosiva; posteriormente, se deposita junto con la soda cáustica en un recipiente metálico, llevando a fuego directo en estufa, a una temperatura promedio de 40°C, con lo cual, se facilita la destrucción del tejido encefálico.
6. Se expone la estructura encefálica 1 hora, aproximadamente, obteniendo un molde de los ventrículos del encéfalo en silicona.
7. Debido a la inestabilidad de la silicona, se hace necesario hacer una copia en resina poliéster, un material más fuerte y fiel, para que perdure la estructura, pero, a la vez, conserve las características y las dimensiones anatómicas; para ello, se utilizó el patrón de molde de ventrículos en silicona, anteriormente obtenidos, y se compone un molde secundario en yeso (Segovia & Moreno, 1989; Oda & Santana, 2003), de la siguiente manera:
 - Se depositan los moldes de silicona dentro del yeso, que está en forma líquida; se espera su secado definitivo, obteniendo un nuevo molde de los ventrículos en cubierta de yeso.
 - Una vez que el yeso posee la forma de los ventrículos, se deposita allí la resina de poliéster, que se halla en forma líquida y al entrar en contacto con el ambiente, se vuelve sólida.
 - Luego, sigue el proceso de secado y de esfacelamiento del yeso, obteniéndose los modelos de ventrículos del encéfalo en resina de poliéster definitivos (Villarroel & Medina, 2011).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El presente estudio, se realiza a partir de encéfalos que se registran en el anfiteatro del Programa de Medicina de la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A, en Bogotá, Colombia, donados como parte del convenio con el Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses (Ministerio de Salud Pública, Decreto 786 de 1990).

Con esta investigación, se buscó proporcionar una herramienta a los estudiantes de Medicina de la U.D.C.A y demás facultades de Colombia, que les permita mejorar el aprendizaje de la neuroanatomía, ya que antes de esta investigación

no existían, en nuestro medio, réplicas exactas con este tipo de materiales, caracterizándose por ser resistentes, maleables, accesibles, de bajo costo y con escaso riesgo biológico (Oliveira *et al.* 2013).

El uso de estas piezas, que representan una adecuada fidelidad, facilita el proceso de enseñanza y de aprendizaje de la neuroanatomía humana, específicamente, del sistema ventricular encefálico; incorpora otra alternativa que, finalmente, logra ser una excelente herramienta educativa. Se destaca, la igualdad de estas reproducciones, en cuanto a la calidad en todos sus parámetros y, además, podrían ser usadas en entrenamiento por parte de los residentes de medicina, especialmente, en neurología y neurocirugía (Okada *et al.* 2010; Barrientos *et al.* 2014; Oliveira *et al.* 2013).

Por medio de la inyección y de la corrosión facilitadas en moldes de yeso, aplicando resina poliéster en encéfalos frescos, se generaron réplicas para el estudio del sistema ventricular encefálico humano; con este tipo de moldes, se logró una fidelidad prominente en tercera dimensión del sistema ventricular encefálico humano, con el mayor detalle en sus relieves anatómicos (Fotografía 1), lo cual, permite que la réplica sea una herramienta didáctica adecuada y costo efecti-

va, para el estudio del sistema ventricular, evitando los daños en los cerebros durante su manipulación, optimizando los ambientes de estudio en anfiteatros y aplicando un nuevo desarrollo investigativo y de docencia, puesto que facilita la medición de acueductos y de cavidades, como parámetros anatomo-patológicos en enfermedades neurológicas relacionadas a la obstrucción o daño del sistema ventricular encefálico (Quijano *et al.* 2012; Barrientos *et al.* 2014).

En el estudio adelantando por los autores Martínez *et al.* (2006), en el que aplicaron la técnica de inyección y de corrosión, utilizando ácido sulfúrico al 98% y encéfalos fijados previamente en formol al 5%, los modelos fueron de menor calidad, con rugosidades y arquitectura anatómica deficiente. De igual modo, no se estimó el grado de fidelidad final con respecto a la pieza o molde patrón; además, se destaca, en dicho estudio, que por el diámetro del acueducto mesencefálico durante la salida del molde, se presentaron daños en el tejido, los cuales, fueron corregidos con el uso de un alambre, comunicando el tercer y cuarto ventrículo, que se recubrió con resina, razón por la cual, se destinaron las piezas para docencia mas no para investigación. De igual forma, de las tres piezas, una presentó asimetría ventricular, dada por un cuerno occipital izquierdo más pequeño que el



Fotografía 1. Ventrículos encefálicos. a) Ventrículo lateral izquierdo; b) ventrículo lateral derecho; c) conducto interventricular; d) tercer ventrículo; e) acueducto mesencefálico y f) cuarto ventrículo.

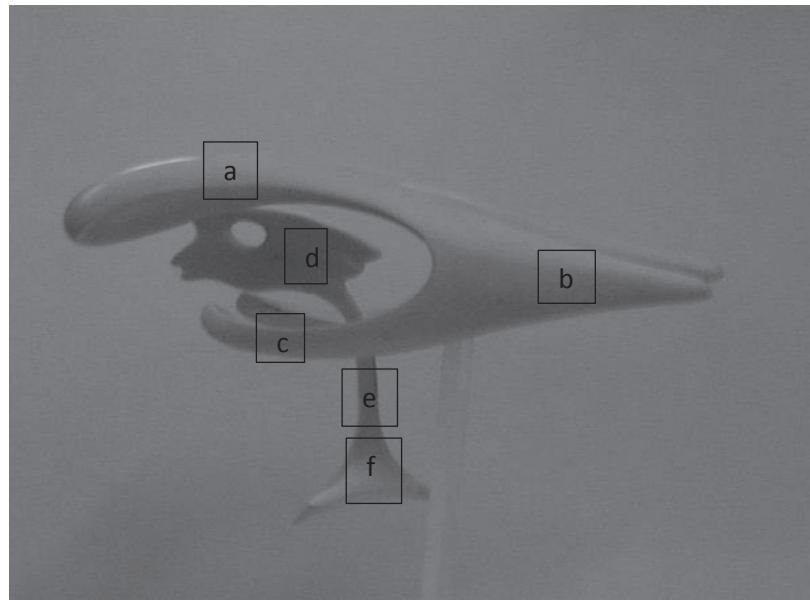
derecho, lo cual, fue corregido con resina. Nuestro estudio denota una aplicación de la técnica de inyección y de corrosión sobre encéfalos fijados previamente con formol al 10 %, utilizando resina y medios facilitadores, con una expansión simétrica de la cavidad ventricular con la insuflación de aire en el aspecto contralateral, que facilita el completo llenado con resina del ventrículo. Se aplicó soda cáustica, con temperatura aproximada de 40°C, durante 2 días, como medio de corrosión lenta, a diferencia del anterior estudio, que buscó una corrosión rápida con ácido sulfúrico al 98%; se facilitó, de acuerdo a la pieza patrón obtenida, un molde en yeso, que permitió la reproducción de réplicas sobre el mismo; finalmente, se obtuvieron réplicas del sistema ventricular encefálico, con un 98-99% de fidelidad, estimada en referencia a la pieza patrón del molde, con una óptima conservación de los elementos anatómicos, sin dehiscencia de material en la pieza. Se consideró que modificar la técnica al facilitar moldes de yeso para aplicar la resina poliéster mejoró los resultados de impresión anatómica en la pieza, lo que denota un mejoramiento en los resultados finales de la técnica, en que se aplica la inyección y la corrosión en el tejido encefálico (Fotografía 2).

Con respecto a los resultados logrados por Quijano *et al.* (2012), se encontró que la técnica facilitada por moldes primarios en fibra de vidrio demostraron obtener resultados asimilables, casi exactos en arquitectura morfológica de las piezas de patrón inicial, con una adecuada fidelidad y resis-

tencia, de aproximadamente el 98%; no obstante, no se aplicó en el sistema ventricular encefálico sino que se configuró en todo el aspecto óseo corporal. Respecto a este estudio, en el nuestro no se utilizó la adición de carbonato de calcio a la resina N 809, pero sí un molde de yeso, mas no uno de fibra de vidrio.

Barrientos *et al.* (2014) destacan la conservación de piezas anatómicas del sistema nervioso central, utilizando resina poliéster y enfatizan la técnica como de tipo sencillo, de gran durabilidad y de bajo costo. Además, este tipo de preservación, facilitado por resina poliéster, genera un mayor número de preparados anatómicos, con el cual, se benefician los estudiantes y los protocolos de investigación; se permite concluir que no se estima exposición biológica, se evita la autolisis y la degradación por microorganismos; también, resisten manipulación por parte de estudiantes, apoyando así el método de enseñanza en el pregrado y en las especializaciones clínico-quirúrgicas; a través de esquemas y de dibujos adicionales, permite optimizar el uso de estructuras tridimensionales, de fácil manipulación en las aulas. En este estudio, no se realizó aplicación de resina sobre el sistema ventricular encefálico.

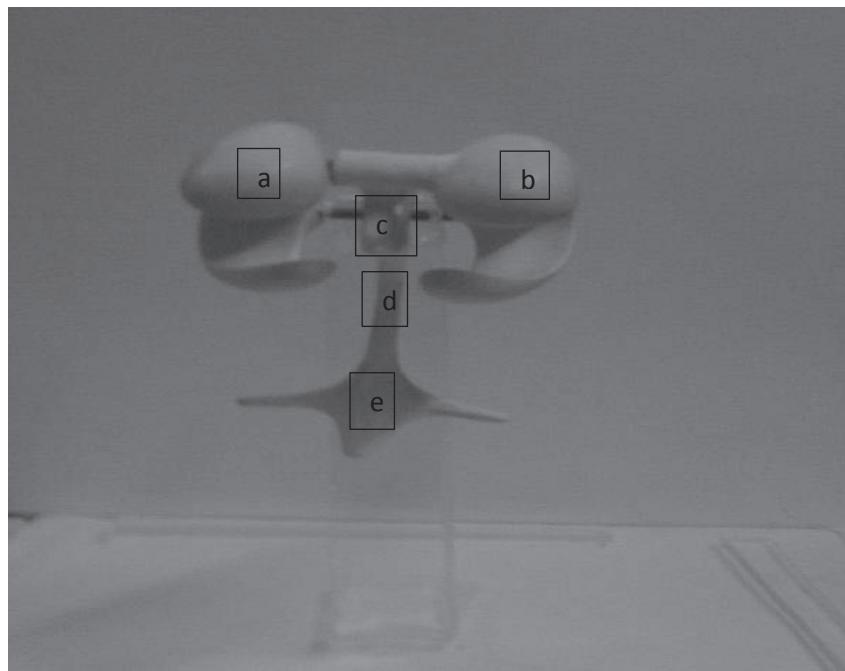
Destacamos que cada duplicado obtenido conserva los parámetros morfológicos de la pieza original, como astas, surcos y forámenes. La fragilidad de los ventrículos encefálicos reales en comparación con las réplicas le otorgan, a estos



Fotografía 2. Réplica ventricular encefálica vista lateral. a) Asta frontal del ventrículo lateral; b) asta occipital; c) asta temporal del ventrículo lateral; d) tercer ventrículo; e) acueducto mesencefálico y f) cuarto ventrículo.

últimos, una gran resistencia y un bajo costo y, con estos moldes, se pueden levantar una gran cantidad de copias, asumiendo solamente el costo de la resina poliéster, que es la materia prima de la réplica que, a diferencia de la pieza original, no se deteriora y, si se llegara a romper, es fácilmente reemplazable, utilizando el mismo molde (Kurzer, 2006; Barrientos *et al.* 2014) (Fotografía 3).

Conflicto de intereses: El manuscrito fue preparado y revisado con la participación de todos los autores, quienes declaramos que no existe conflicto de intereses, que ponga en riesgo la validez de los resultados presentados.



Fotografía 3. Réplica ventricular encefálica vista anterior. a) Ventrículo lateral derecho; b) ventrículo lateral izquierdo; c) tercer ventrículo; d) acueducto mesencefálico y e) cuarto ventrículo.

BIBLIOGRAFÍA

1. BARRIENTOS PEÑALOSA, J.M.; MENDOZA LÓPEZ VIDELA, J.N.; AZCÁRRAGA HURTADO, M.; MEN-DUIÑA PARDO, E. 2014. Conservación de piezas cadávericas del sistema nervioso central con resina poliéster. *Rev. Medica La Paz.* 20(1):34-39.
2. BERTONE, V.; BLASI, E.; OTTONE, N. 2011. Método de Walther Thiel para la preservación de cadáveres con mantenimiento de las principales propiedades físicas del vivo. *Rev. Arg. Anat.* 2(3):89-92.
3. BUSTAMANTE B., J. 2007. Neuroanatomía funcional y clínica. Atlas del sistema nervioso central. Cuarta Edición. Editorial Médica Celsus. p.230-245.
4. ENCINA, C. 2011. Propiedades de la silicona. Raholin SRL. Buenos Aires, p. 1-2.
5. FONOFF, E.T.; ALHO, E.J.L.; ESTAPÉ CARRIQUIRY, G.; MARTÍNEZ BENIA, F. 2010. Uso de imágenes 3D del sistema ventricular encefálico obtenidas por sistema de neuronavegación en la enseñanza de la neuroanatomía en el pregrado. *Rev. Arg. Anat. Clin.* 2(2):57-61.
6. FRANCO P., M. 2007. Diligencia de levantamiento de cadáver. *Criminalística.com.mx* y *Criminalistic.org*. Disponible desde Internet en: http://criminalistic.org/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=413 (con acceso 04/06/2014).
7. KURZER, M. 2006. Estudio comparativo de dureza en dientes artificiales fabricados con diferentes tipos de resinas acrílicas. *Rev. EIA.* 6:121-128.
8. LATARJET, M.; RUIZ-LIARD, A. 2004. *Anatomía humana.* 4^a ed. Buenos Aires, p.836-841.

9. LEIDI, C.; TERAGNI, E.; MAFFIA, B. 2011. Laboratorio de Recursos Institucionales, Primera Catedra Anatomía, Fac. Medicina, U. Buenos Aires. *Rev. Arg. Anat.* 2(2):64-67.
10. MANJARRÉS H., F. 2011. Resinas transparentes con y sin color. Unicor S.A. Disponible desde Internet en: http://www.unicorsa.com/pdf/RESINAS_TRANSPARENTES_CON_Y%20SIN_%20COLOR.pdf (con acceso 05/08/2011).
11. MARTÍNEZ BENIA, F.; ARMAND UGON, G.; SGARBI LÓPEZ, N.; LAZA NÚÑEZ, S. 2006. Estudio de los ventrículos cerebrales mediante inyección de resinas poliéster. *Rev. Neurocir.* 8(1):18-21.
12. MATAMALA, F.; OLAVE, E.; HENRÍQUEZ, J.; CHAVEZ, R. 1988. Experiencia de siete años en el diseño y uso de material didáctico anatómico de bajo costo. *An. Anat. Norm.* 6(6):208-213.
13. MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA. 1990. República de Colombia. Decreto 786 de 1990, por el cual se reglamenta el cual se reglamenta parcialmente el título IX de la ley 09 de 1979, en cuanto a la práctica de autopsias clínicas y médico-legales, así como viscerotomías y se dictan otras disposiciones. Diario Oficial No. 39.300, de 17 de abril de 1990. Disponible desde Internet en: www.presidencia.gov.co/.../decretoslinea/1990/abril/.../dec786161990.doc (con acceso 12 de julio 2014).
14. NETTER FRANK, H. 2011. *Atlas de anatomía humana.* 5^a Edición. Elsevier. España. p.106-110.
15. ODA, J.; SANTANA, D. 2003. Técnica de inclusão em resina de cortes transversais da medula espinhal coradas pelo método de mulligan. *Int. J. Morphol.* 21(1):49-9.
16. OKADA, D.; DE SOUSA, A.; HUERTAS, R.; SUZUKI, F. 2010. Surgical simulator for temporal bone dissection training. *Braz. J. Otorhinolaryngol.* 76(5):575-578.
17. OLIVEIRA, I.M.; MINDELLO, M.M.A.; MARTINS, Y.O.; SILVA, F. 2013. Análise de pecas anatómicas preservadas com resina de poliéster para estudo em anatomia humana. *Rev. Col. Bras. Cir.* 40(1): 076-080.
18. OSORIO I., L.C.; DUQUE P., M.A.; VELOSA A., G.; CARRÉNO, M.I.; ARIAS G., L.F.; MORALES, M.L. 2004. Guía de Procedimientos para la Realización de Necropsias Médico-legales. 2^a ed. Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses. Disponible desde Internet en: <http://www.medicinallegal.gov.co/images/stories/root/guias/guia.pdf> (con acceso 07/08/2011).
19. OSORIO I., L.C.; SANTANA L., A. 2005. Manual de Procedimientos de Fiscalía en el Sistema Penal Acusatorio Colombiano. Fiscalía General de la Nación. p.1-21.
20. PRZYBYSZ, C.; SCOLIN, E. 2008. Técnica anatómica: confecção de modelos em resina a partir de vértebras humanas. *F@PCiencia*, 2(10). Disponible desde Internet en: http://www.fap.com.br/fapciencia/002/edicao_2008/010.pdf (con acceso 23/08/2011).
21. QUIJANO BLANCO, Y.; RODRÍGUEZ M., F.C.; PERALTA R., K.; CORTÉS C., S. 2012. Réplicas óseas en resina poliéster como herramienta didáctica para el aprendizaje de la anatomía. *Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient.* 15(2):275-281.
22. SEGOVIA, J.; MORENO, E. 1989. Uso de yeso emparafinado en la fabricación de modelos anatómicos. *An. Anat. Norm.* 7:158-159.
23. SNELL, R. 2001. *Neuroanatomía clínica para Estudiantes de Medicina* 5^a ed. Lippincott Williams & Wilkins E.U. p.339-343.
24. VILLARROEL, M.; MEDINA, E. 2011. Técnica anatómica para restaurar y/o reproducir piezas óseas humanas de difícil obtención, para la investigación y docencia científica. *Int. J. Morphol.* 29(2):532-536.
25. WOLFF, D.; VILLA, P. 2012. Comparative study between conservative solutions with and without formaldehyde in human placenta. *Int. J. Morphol.* 30(2): 432-438.

Recibido: Noviembre 10 de 2014

Aceptado: Abril 21 de 2015

Cómo Citar:

Peralta-Pineda, E.; Quijano-Blanco, Y. 2015. Generación de réplicas anatómicas del sistema ventricular encefálico humano mediante técnica de inyección corrosión. *Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient.* 18(1): 51-57.