

**REVISIÓN****La plastinación como técnica de preservación de material biológico para docencia e investigación en anatomía**

**Edison Peralta Pineda\***, **Jaime Alfonso Beltrán Guerra\*\***, **Ricardo Miguel Luque Bernal\*\*\***, **Yobany Quijano Blanco\*\*\*\***.

\*MD. Estudiante de último semestre Maestría Morfología Humana - Departamento de Morfología - Facultad de Medicina Universidad Nacional de Colombia. Profesor Catedrático Anatomía Humana, Universidad - Colegio Mayor Nuestra Señora del Rosario, Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud.

\*\* MD. Coordinador de la Maestría en Morfología Humana, Profesor Asociado – Unidad de Anatomía y Embriología - Departamento de Morfología - Facultad de Medicina Universidad Nacional de Colombia.

\*\*\* MD. Profesor Principal de Carrera, Coordinador de la Unidad de Anatomía, Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud. Universidad - Colegio Mayor Nuestra Señora del Rosario.

\*\*\*\* MD. Profesor Titular y Jefe de Departamento de Morfología Humana, Programa de Medicina, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A  
eperaltap@unal.edu.co.

**LA PLASTINACIÓN COMO TÉCNICA DE PRESERVACIÓN DE MATERIAL BIOLÓGICO PARA DOCENCIA E INVESTIGACIÓN EN ANATOMÍA**

**RESUMEN**

Para el estudio de la anatomía humana el uso de piezas de cadáveres en fresco ofrece una mayor fidelidad y acercamiento a las estructuras corporales *in vivo*, pero se presenta dificultad en su obtención, se generan daños en su manipulación y el tiempo de estudio de las mismas es limitado ya que para conservar su arquitectura morfológica se hace necesario fijar sus tejidos con formaldehído.

Desde la aparición de las nuevas tecnologías aplicadas a la educación, el uso de cadáveres en la educación médica está siendo reemplazado por alternativas como el uso de modelos anatómicos, mesas de disección virtual, programas virtuales de enseñanza de la anatomía y algunas otras técnicas alternativas. Sin embargo, muchos autores consideran que suprimir completamente la disección o la proyección de los currículos médicos es un error. En el marco de esta tensión entre las aproximaciones tradicionales y las nuevas formas, la dificultad en la consecución de cadáveres o piezas anatómicas, la exposición a agentes

carcinógenos usados en la preservación (formaldehído) y la exposición innecesaria a riesgos biológicos surgen como críticas devastadoras en contra del uso de cuerpos humanos o parte de ellos en la enseñanza de la anatomía.

La plastinación es una técnica de preservación de tejidos desarrollada por el Dr Gunther von Haggens en 1977 en la cual se realiza una impregnación forzada de polímeros, epoxis o resinas, obteniendo especímenes anatómicos de aspecto natural, secos, sin olor y durables. Con esta técnica se conservan regiones corporales y tejidos para propósitos de educación e investigación médica.

**Palabras Clave:** Plastinación, educación, anatomía,

## INTRODUCCIÓN

Las prácticas de conservación, preservación y embalsamamiento de cadáveres humanos han sido comunes en diferentes culturas. El proceso de momificación en el antiguo Egipto usaba mezclas de cloruro de sodio, bicarbonato y carbonato de sodio (Natrón), especies aromáticas como la mirra, la cassia, el vino de palma y el barro del mar muerto, para deshidratar el cuerpo y eliminar posibles fuentes de putrefacción del mismo (Beltrán, 2009).

En la actualidad la preservación de cadáveres o de estructuras corporales se usa con fines funerarios, preservación de cadáveres con alto valor social como los cuerpos momificados de Lenin o Eva Perón, estudio de especímenes para patología, así como para el estudio y enseñanza de la anatomía. El método de conservación de piezas anatómicas más usado es por fijación en formaldehído. Sin embargo, se considera altamente tóxico y carcinogénico (Oliveira IM et al 2013), (Bertone, V et al 2011), (Franco, P 2007).

El desarrollo de las cátedras de anatomía ha sufrido una rápida evolución en los últimos años desde su perspectiva curricular, técnica y de enfoque, lo que ha complejizado los procesos de enseñanza/aprendizaje en el aula. Entre los cambios más importantes que ha sufrido la anatomía es la relación de estudiantes, profesores y técnicos de laboratorio con las piezas anatómicas. Dado que tanto por las dificultades en el acceso a éstas y los riesgos ahora conocidos de la exposición al formaldehído, hacen imprescindible que se busquen alternativas que reemplacen los restos humanos preservados con formol, deteriorados por el paso del tiempo y que exponían a todo el personal a riesgos para su salud (Brenner, E 2014), (Milkosova, M, et al 2004).

En el año 1979 Von Hagen publica un artículo en el que propone una técnica de preservación de piezas anatómicas, donde los tejidos biológicos son reemplazados por polímeros (Pashaei, S 2010). Esta se conoce como plastinación y permite una

excelente preservación de las piezas anatómicas y/o patológicas, con lo cual su vida útil se extiende casi indefinidamente y se elimina el riesgo biológico y la exposición a sustancias carcinogénicas (Harmon C et al 2014), (Readerer B, 2014).

En la formación de los estudiantes de ciencias de la salud en Colombia, los componentes de las ciencias morfológicas del currículo médico son una parte fundamental del núcleo de formación de las ciencias básicas. Las prácticas las desarrollan en laboratorios y anfiteatros en los cuales se exponen a sustancias que conservan las piezas anatómicas, pero

como ya se mencionó, éstos son agentes altamente tóxicos y catalogados como cancerígenos (Fawzy A, 2016). Adicionalmente, la dificultad para la consecución de cadáveres y piezas anatómicas ha hecho imprescindible cambiar los paradigmas de conservación de las piezas anatómicas, siendo conveniente la aplicación y utilización de la plastinación (Ganesh , P et al, 2015).

Por lo anterior, se realizó una revisión actualizada de los principales pasos para realizar el proceso de plastinación acorde a las últimas técnicas desarrolladas para tal fin.

## PROCESO DE PLASTINACIÓN

La técnica de plastinación incluye cinco etapas: fijación, desengrase, deshidratación, impregnación forzada y curado (Harmon C et al 2014).

**Fijación:** El proceso de fijación puede realizarse mediante inmersión (sumergir en tejido en el fijador). El fijador de mayor uso es la formalina (formaldehído 1-20%). Se utiliza a bajas temperaturas, por debajo de 15° C, mediante la inyección e inmersión del cadáver o espécimen en soluciones de formaldehído a una concentración por debajo del 5%, por un periodo de 4 a 8 semanas, de acuerdo con el tamaño del órgano y la contextura del cadáver (Harmon C et al 2014), (Arias, 2012).

**Desengrase:** La disminución del porcentaje de grasa en las muestras aumenta la durabilidad del espécimen. El agente que se utiliza es el alcohol isopropílico ya que el cloruro de metileno; es altamente tóxico y de carácter corrosivo lo cual puede dañar la bomba de vacío (Harmon C et al 2014).

**Deshidratación:** Consiste en extraer y sustituir los fluidos tisulares por un disolvente orgánico. Este solvente debe ser un apropiado disolvente intermedio volátil (acetona o diclorometano) que tenga las propiedades adecuadas para la extracción durante el proceso de impregnación. (Harmon C et al 2014), (Arias 2012).

**Impregnación:** Es el paso principal de la plastinación y consiste en la sustitución del disolvente intermediario (acetona) por un polímero. Esta impregnación es forzada con una bomba de vacío; la presión de vacío generada en la cámara, facilita la evaporación del solvente y el ingreso a los tejidos de las moléculas del material seleccionado; debe realizarse por un periodo no menor a 7 días (Harmon C et al 2014).

**Curado:** Durante este proceso se produce el endurecimiento de los especímenes previamente impregnados en el baño del

polímero, adquiriendo un aspecto firme, seco y de fácil manipulación. Para ello, las preparaciones son colocadas en un recipiente hermético al que previamente se añade un endurecedor en cantidad suficiente para cubrir el fondo del mismo, de forma que éstas no contacten directamente, pues el mismo actúa al evaporarse. El procedimiento de curado se realiza a temperatura ambiente con un polimerizante por cerca de 6 semanas; puede ser acelerado utilizando una bomba de acuario en la cámara por 2 o 3 semanas (Harmon C et al 2014), (Beltrán, 2010).

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se revisaron artículos científicos de la literatura en bases de datos y revistas médicas, además de una tesis de grado de magister en morfología para justificar la validez de la implementación de la plastinación en la enseñanza e investigación en anatomía humana. Se describió brevemente la problemática actual de la enseñanza de la anatomía en estudiantes de ciencias de la salud relacionados con el uso de cadáveres,

exposición a formaldehído y las nuevas herramientas de aprendizaje de la materia, además de una corta exposición del proceso estándar de plastinación; el manuscrito fue realizado por docentes relacionados con los programas de medicina quienes en su metodología de enseñanza utilizan cadáveres formolizados y modelos anatómicos sintéticos.

## DISCUSIÓN

Los métodos y estrategias de enseñanza de la anatomía humana para el perfeccionamiento del aprendizaje de la misma son complejos, el estudio del cuerpo humano mediante cadáveres y especímenes, es parte del proceso por el cual los estudiantes de ciencias de la salud entienden la forma viva (funcionamiento) del cuerpo humano; no

obstante, la necesidad de preservar cadáveres y piezas anatómicas mediante fijadores ha conllevado al uso de especímenes plastinados y modelos anatómicos, para propósitos de enseñanza e investigación (Valdecasas A et al, 2009), (Mclachlan ,JC et al 2004).

En este contexto, la aparición de la técnica de plastinación permitió conservar el realismo de la disección/prosección, pero sin las desventajas asociadas a éstas. Otros abordajes pedagógicos como el uso de modelos anatómicos sintéticos y los softwares virtuales y la imagenología han complementado las estrategias pedagógicas usadas en el aula de anatomía. En este sentido, el uso de piezas plastinadas refuerza con el reconocimiento y aprendizaje en tercera dimensión necesarios para la aplicación en diferentes procedimientos en especialidades clínico-quirúrgicas (Ali-Ali S, et al 2009).

Por tanto, la plastinación, pese a ser uno de los últimos desarrollos en cuanto a

estrategias pedagógicas usadas en la anatomía, sale al rescate de las más antiguas tradiciones usadas en la enseñanza de esta materia, dado que permite aproximarse a la realidad de los cadáveres, generando una experiencia similar a la prosección pero sin los riesgos inherentes asociados a la misma, abriendo enormes posibilidades para docentes, estudiantes y para la sociedad misma. No obstante, también expande los problemas éticos derivados, ya que esta técnica ha permitido llevar el concepto de piezas anatómicas a la categoría de arte, como ocurre con las exposiciones que realiza el Dr. Von Hagens (García, D 2009), (Mclachlan, JC et al 2004).

## CONCLUSIONES

La exposición al formol de los estudiantes y docentes en el estudio de ciencias morfológicas es perjudicial de acuerdo al tiempo de clases prácticas y al contacto directo con los especímenes. Los nuevos desafíos en la enseñanza de la anatomía humana se enfocan a generar piezas de estudio anatómico reales, durables, desodorizados, suaves y flexibles que se puedan utilizar reemplazando armónicamente las piezas formolizadas del anfiteatro (Fawzy A, 2016).

Un proceso llamado plastinación se ha desarrollado como técnica de conservación contemporánea y permite una excelente preservación de tejidos biológicos, mediante la impregnación de

polímeros. En síntesis, la técnica se resume en que el agua tisular y algunos lípidos son removidos del tejido orgánico y reemplazados por materiales plásticos, la producción de especímenes plastinados se utiliza para educación en áreas de ciencias médicas (Harmon C et al 2014).

La plastinación es una técnica que usa polímeros que permiten la preservación de tejidos orgánicos, incluye cinco etapas: fijación, desengrase, deshidratación, impregnación forzada y curado. Las piezas anatómicas obtenidas mediante la misma tienen un aspecto real que provee un acercamiento fidedigno, aséptico y sin alteración ni modificaciones morfológicas

mayores o de superficie en el espécimen plastinado (Milkosova, M, et al 2004).

El conocimiento de la anatomía de las diferentes regiones y estructuras del cuerpo humano es un requisito *sine qua non* para poder realizar procedimientos quirúrgicos y hacer diagnóstico y tratamiento en radiología; el uso de piezas plastinadas como método de enseñanza se refuerza con el reconocimiento y aprendizaje en tercera dimensión necesarios para la aplicación en diferentes procedimientos en especialidades clínico-quirúrgicas (Ali-Ali, S. et al 2009), (Older J, 2004).

El uso de piezas plastinadas y modelos anatómicos en entornos educativos en los programas de ciencias de la salud, como herramientas de enseñanza de la anatomía humana son un medio relativamente económico, con bajo umbral tóxico que permite la interacción con piezas anatómicas, de fácil manipulación, con la posibilidad de llevarlos fuera de los anfiteatros, como elementos de estudio y la conservación de su estructura anatómica la posibilidad de realizar mediciones (morfometría) para estudios en investigación relacionados (Wolff D. et al 2012).

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Al-Ali,S, Blyth,P, Beatty,S, Duang, A, Parry ,B Bissett , P, Correlation between gross anatomical topography,sectional sheet plastination, microscopic anatomy and endoanal sonography of the anal sphincter complex in human males, Journal compilation 2009, Anatomical Society of Great Britain and Ireland
2. ARIAS L, Exploración de la técnica de plastinación en la preparación de modelos anatómicos como material docente para la enseñanza de la Morfología Humana en la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, Tesis de Grado, p, 5-63, (2012)
3. BELTRAN J, Historia de la preservación de cadáveres humanos revistas.unal.edu.co › Morfología › Vol. 3, Núm. 1, p 5-10 (2009)
4. BELTRAN, J La plastificación en la Universidad Nacional de Colombia revistas.unal.edu.co , Morfología Vol. 2, Núm. 1, p 3-17 (2010).
5. BERTONE, V BLASI E, OTTONE, N Método de Walther Thiel para la Preservación de Cadáveres con Mantenimiento de las Principales Propiedades Físicas del Vivo Rev. Arg. Anat Online 2(3): 89-92, 2011.
6. BRENNER, E Human Body Preservation, old and new techniques, J Anat 224, 316 – 344, 2014

7. FAWZY, A, The Elnady Technique : An innovative new method for tissue preservation, Departament of Anatomy and Embriology ,Faculty of Veterinary Medicine , cairo University, Egypt. *ALTES* 33(3), 2016.
8. 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](http://criminalistic.org/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=413) (con acceso 04/06/2014).
9. GANESH ,P KARKERA ,B, PANDIT ,S, DESAI ,D, TONSE ,R, Preservation of Tissue by Plastination: A Review, *International Journal of Advanced Health Sciences* , Vol 1 Issue 11 27-31, 2015.
10. GARCÍA D., S. 2009. Los polímeros en la época de difusión de estilos artísticos. *Arte Individuo y Sociedad*. Universidad Complutense. Madrid, España. 21:27-36.
11. HARMON C. BICKLEY, ROBERT S. 2014 PRESERVATION OF TISSUE BY SILICONE RUBBER IMPREGNATION, *journal of plastinación*. vol.01.1 030-039
12. MCLACHLAN JC, BLIGH J, BRADLEY P, SEARLE J. Teaching anatomy without cadavers. *Med Educ* 2004; 38:418-24.
13. MIKLOSOVA, M, MIKLOS, V, Platination with silicone methods s 10 Monitoring and analysis causes of faliture, *Biomed Papers* 148 (2), 237-238, 2004.
14. OLDER J. Anatomy: a must for teaching in the next generation. *Surgeon* 2004;2: 79-90.
15. OLIVEIRA IM, MINDELLO MMA, MARTINS YO, SILVA F; Analicé de Pecas Anatómicas Preservadas com Resina de Poliéster para Estudo em Anatomía Humana. *Rev. Col. Bras. Cir.* 40(1): 076-080.2013.
16. PASHAEI, S 2010, A brief Review on the History, Methods and Applications of Plastinación, 28(4) 1075-1079 *International Journal of Morphology*.
17. READERER B. Plastination and its importance in teaching anatomy. Critical point for long term preservation of human tissues. *J. Anat.* 2014. 224: 309-315.

- 18.** VALDECASAS, A,G CORREAS A, GUERRERO C, JUEZ, J, Understanding complex system: lesson from Auzoux and von Hagens anatomical models, *J Biosci* 34 (6), December 2009, 835-843 , Indian Academy of Sciences,
- 19.** WOLFF, D VILLA, P Comparative Study Between Conservative Solutions with and without Formaldehyde in Human Placenta *Int. J. Morphol.* 30(2): 432-8, 2012
-