

ARTÍCULO DE REFLEXIÓN

Comparación de técnicas de conservación morfológica y su posible aplicación para la enseñanza de la anatomía

Martha Liseth Rivera Díaz¹, Carlos Julián Suárez Rodríguez², Andrew Yate Valbuena³, Carlos Eduardo Cruz Marroquín⁴, German Santiago Barahona Botache⁵, Ana Xiomara Cortes Neira⁶, Luz Amparo Arias López MSc⁷.

¹Estudiante del Programa de Medicina, Facultad de Medicina, Universidad Nacional de Colombia: mlriverad@unal.edu.co. ²Estudiante del Programa de Medicina, Facultad de Medicina, Universidad Nacional de Colombia: carjsuarezrod@unal.edu.co. ³Estudiante del Programa de Medicina, Facultad de Medicina, Universidad Nacional de Colombia: ravalbuenay@unal.edu.co ⁴Estudiante del Programa de Medicina, Facultad de Medicina, Universidad Nacional de Colombia: ccruz@unal.edu.co. ⁵Estudiante del Programa de Medicina, Facultad de Medicina, Universidad Nacional de Colombia: gsbarahonab@unal.edu.co. ⁶Estudiante del Programa de Medicina, Facultad de Medicina, Universidad Nacional de Colombia: axcortesn@unal.edu.co. ⁷Docente Anatomía, Facultad de Medicina, Universidad Nacional de Colombia: luaariaslo@unal.edu.co

COMPARACIÓN DE TÉCNICAS DE CONSERVACIÓN MORFOLÓGICA Y SU APLICACIÓN PARA LA ENSEÑANZA DE LA ANATOMÍA HUMANA.

RESUMEN

En el presente artículo de reflexión se realizó un estudio comparativo entre diferentes técnicas de conservación de piezas anatómicas con el objetivo de ponderar sus ventajas y desventajas en la enseñanza de la morfología humana, con un enfoque en su viabilidad en países como Colombia, donde las instituciones de educación superior enfrentan problemas de financiación. En el estudio comparativo se dio una breve descripción del procedimiento de cada técnica, teniendo en cuenta los principales insumos requeridos y sus costos; además, se dedicó un espacio a las aplicaciones que cada una presenta en la práctica pedagógica. Para tal fin, se revisaron distintos artículos concernientes a las siguientes técnicas de conservación: método Walther Thiel, plastinación, diafanización y corrosión.

Palabras clave: anatomía, conservación de cadáveres, enseñanza de la anatomía.

ABSTRACT

In the present article, a comparative study among different conservation techniques for anatomical specimens was performed in order to weigh their advantages and disadvantages in teaching human morphology, with a focus on practicality in countries like Colombia, where higher educational institutions face state funding issues. In the comparative study, a brief description of the procedure of each technique was given, taking into account the main materials required and costs, and space was dedicated to the applications that each of them have in pedagogy. To this end, various articles regarding the following conservation techniques were reviewed: Walther Thiel method, plastination, diaphanization and corrosion.

Key words: anatomy, corpses preservation, teaching.

INTRODUCCIÓN

Desde tiempos faraónicos, la conservación de cadáveres humanos ha sido una práctica que ha fascinado al ser humano. Los encargados de embalsamar cadáveres en el antiguo Egipto, perfeccionaron su técnica a tal grado que hasta hoy contamos con ejemplares preservados hace más de veinte siglos. Sin embargo, su técnica descartaba las vísceras y el cerebro (a excepción del corazón y los riñones) por considerarlas algo inútil, conservando únicamente la figura externa. (1)

En Guanajuato, México, se encontraron alrededor de 111 cuerpos momificados naturalmente. Estos cuerpos, pertenecientes a personas que fallecieron a partir de 1850, comenzaron a ser exhumados en 1870, cuando una ley local exigió a las familias un “impuesto de entierro” para garantizar la sepultura de sus seres queridos. Los cuerpos exhumados fueron almacenados a nivel

del suelo y, a finales del siglo XIX, la gente comenzó a pagar por verlos. Hoy existe un museo dedicado a estas momias, lo que ha contribuido en gran manera a la fama de esta ciudad. (2)

Aunque estas técnicas de preservación asombraron al mundo, ninguna de ellas proporcionaba objetos de estudio apropiados, ya que las vísceras, vasos sanguíneos, nervios, entre otras estructuras delicadas e indispensables para el aprendizaje anatómico, no se conservaban y, por ende, no eran usadas en las escuelas.

Las diferentes técnicas que se han desarrollado en la actualidad han favorecido la reducción de costos para facilitar la ejecución de las mismas. Es aquí donde la universidad se ha propuesto como objetivo implementar un método alterno que ofrezca los mismos resultados pero que sea más económico y

garantice ejemplares dignos de estudio que puedan ser usados una y otra vez.

El propósito de este artículo es comparar y reflexionar sobre los métodos modernos

utilizados y ver la viabilidad de su uso en nuestro medio, especialmente en el campo de la enseñanza.

MÉTODO DE WALTHER THIEL

Es una técnica desarrollada en Austria por el anatomista Walter Thiel en 1992, quien desde principios de los años 60, intentó buscar una alternativa en conservación de cadáveres que no resultara tóxica ni carcinógena como el formol, y adicionalmente permitiera que los cuerpos mantuvieran la flexibilidad y apariencia de un cuerpo vivo; facilitando así un mejor material de estudio (3).

Otras de sus ventajas son: una conservación prolongada; fidelidad del color, textura, plasticidad y flexibilidad del espécimen fresco; un almacenamiento sencillo que no requiere piletas ni heladeras o refrigeradoras; y la posibilidad de inyectar vasos y conductillos hasta sus más finas ramas (4). Aparte de estas bondades, el método cuenta con un grado de desinfección alto, que no representa mayores riesgos para la salud de quienes los manipulan (5).

Sus aplicaciones también resultan útiles en investigaciones anatómicas así como en fines docentes en pregrado (prosección y disección), entrenamiento en técnicas quirúrgicas en postgrado (laparoscopías, artroscopías, endoscopías), y anestesiología. En contraste con esto, es una técnica no adecuada para investigaciones histológicas (7).

Actualmente se conocen técnicas como la plastinación, que a pesar de ser famosa y utilizada en estudios de morfología humana y exposiciones de arte, no cuenta con las aplicaciones, ni la flexibilidad del método Walther Thiel; además, su técnica original también representa altos costos. Por otro lado, la diafanización provoca que los tejidos blandos de la pieza se tornen transparentes y se haga difícil su posterior identificación.

Este método, originalmente europeo, se divide en 3 procesos: fijación, desinfección, y conservación/preservación (4). En cada una de ellas se utilizan diferentes sustancias que incluyen: 4-cloro-3-metilfenol junto con varias sales, ácido bórico y etilenglicol como sus componentes básicos.

Es una técnica poco usada en América; su mayor aplicación se encuentra en grandes centros europeos; la técnica de conservación más usada globalmente es el formol. Al parecer, el método de Walther Thiel sigue resultando poco conocido a nivel mundial, a pesar de todas sus aplicaciones y beneficios (6).

Es un método que por su alto costo ha sido modificado en diferentes investigaciones. En una de ellas, Hammer,

N et al. (7) cambian el embalsamamiento con etanol-glicerina, por una sustancia modificada que sigue fiel a las características propias de la técnica; indicando así su maleabilidad, y

resultando buena a su vez para la implantación en universidades del continente americano y, por qué no, en la Universidad Nacional de Colombia.

PLASTINACIÓN

En 1987 se establecieron, en general, cuatro variantes de la técnica de plastinación, cada una de las cuales genera un tipo particular de espécimen que puede ser utilizado de acuerdo al objetivo particular de quien la aplica.

La impregnación en silicona permite obtener especímenes flexibles que recuperan su forma original y son ideales para la enseñanza de la anatomía (8). Por el contrario, los especímenes producidos mediante polimerización de emulsiones son opacos, rígidos y susceptibles a ruptura, por lo cual no son recomendables para uso a mediano y largo plazo. Las resinas epóxicas se utilizan en piezas delgadas, cortes finos, segmentos de órganos y cuerpos transparentes, y pueden resultar muy útiles para el estudio topográfico detallado de las estructuras (8). También se han utilizado copolímeros de epóxidos y silicona que suman sus propiedades para generar flexibilidad en cortes delgados de piezas anatómicas.

Actualmente, en algunas facultades de medicina tanto humana como veterinaria, se han introducido adaptaciones y modificaciones adicionales a la técnica de plastinación original, que responden a la

necesidad de invertir una menor cantidad de recursos, hacer más fácil su procesamiento en el laboratorio, mejorar la calidad de las muestras obtenidas y lograr un mayor alcance en cuanto a investigación científica y enseñanza de la anatomía.

Es por eso que, aprovechando el gran número de técnicas en conservación de piezas anatómicas con las que contamos actualmente, el método de plastinación se ha complementado con otros métodos como el de corrosión: técnica de plastinación por corrosión (véase corrosión) (8). La técnica se ha utilizado a partir de especímenes sometidos a procesos de fijación físicos como la congelación, o químicos como el formaldehído (8). Una posible variante a este proceso consiste en obviar el uso de formaldehído en la etapa de fijación y, en su lugar, utilizar el material fresco con el fin de reducir el riesgo de toxicidad y contaminación. Posteriormente, se utiliza la digestión con enzimas como pepsina en medio ácido para lograr un material libre de olor y perdurable, supliendo así la función del formaldehído (8).

Estas y otras modificaciones de la técnica original introducidas en muchos lugares

del mundo, permiten tener una amplia variedad de posibilidades en el momento de elegir la técnica más adecuada según el propósito particular de su aplicación. Uno de esos lugares es la Universidad de Ciencias Médicas de Isfahan, ubicada en la provincia de Isfahan, Irán. Allí se realizó un estudio comparativo entre la técnica de plastinación y el método convencional de preservación en glicerina, para determinar cuál era mejor en la conservación de esqueletos de ratas fetales y ratas jóvenes teñidos con Azul de Alcian-Rojo Alizarina (9). En él, se seleccionaron cuatro grupos de ratas con distintas edades, a cada animal se le despojó de su piel, vísceras y de cierta porción de músculos luego de ser anestesiado y sacrificado, con el fin de visualizar el sistema esquelético y los efectos de la tinción (9).

Para el proceso de tinción con el método de Azul Alcian-Rojo Alizarina, primero se fijaron las muestras enteras con etanol al 95% y después se obtuvieron cortes sagitales, también mantenidos en etanol para fijar por completo. Luego, se continuó con la tinción del cartílago y del hueso, haciendo uso de colorantes diferentes para cada uno; solución Azul Alcian 0,0225% para el primer tejido y solución de colorante Rojo Alizarina 0,003% y 1% de KOH para el segundo (9). Se procedió entonces con la preservación en glicerina aplicada a la mitad de las muestras y con la plastinación aplicada a la mitad restante. Esta última técnica fue modificada y diseñada en el Laboratorio

de Plastinación de la Universidad de Ciencias Médicas de Isfahan, pues en su ejecución se utilizó un nuevo insumo preparado en ese mismo laboratorio, la resina S110. Esta innovación incorporada por la universidad, resulta ser un importante punto a tener en cuenta para el desarrollo de formas más económicas de plastinación y que además, puede ser tomado como un ejemplo a seguir en países como Colombia. El proceso se finaliza con el endurecimiento de las muestras, utilizando otros insumos, como el fluido de endurecimiento S111, a temperaturas adecuadas (9).

Como resultado se obtuvieron muestras secas, inodoras, bien preservadas y tangibles mediante la técnica de plastinación; mientras que con el otro método, el material resultante presentó varias desventajas en cuanto a desplazamiento, fragilidad y manipulación. Por esta razón, la primera técnica resulta ser ventajosa para la enseñanza de la morfología, al permitir la fácil manipulación y orientación del material obtenido en diferentes direcciones; evento que no sucede con el método de la glicerina que da origen a muestras de sólo observación (9).

La aplicación de la plastinación en Colombia ha sido difícil debido a los controles gubernamentales para la obtención y manejo de la acetona, a lo cual se suman los altos costos de importación de la silicona y los polímeros recomendados para la plastinación (10). Ante esta situación, instituciones como la

Universidad de Antioquia han recurrido al uso de alcohol isopropílico para la fase de deshidratación, el cual es más económico y de más fácil acceso; también utilizan resinas de tipo Cristalán 818 en las etapas de impregnación y curado. Estas resinas locales han permitido la obtención de cortes de diferentes estructuras, comparables con los obtenidos en otras partes del mundo mediante la técnica de plastinación en polímeros, los cuales no están disponibles en nuestro medio (10). Esta problemática relacionada con el difícil acceso a los materiales requeridos es un indicativo de la necesidad que tienen las instituciones educativas de nuestro país, de idear nuevas estrategias pedagógicas y métodos prácticos que garanticen un

proceso de aprendizaje efectivo de la anatomía. Aunque parezca que en la actualidad los computadores y el mundo digital estén reemplazando la enseñanza experimental y presencial de distintas áreas del conocimiento, para el caso particular de la anatomía resulta estrictamente necesario que el estudiante se familiarice y complemente su proceso de aprendizaje mediante el estudio morfológico del cadáver, lo cual se puede lograr si se proporciona un laboratorio con especímenes plastinados, que hasta ahora, han demostrado ser de gran eficacia en cuanto a la adquisición de conocimientos anatómicos por sus numerosas aplicaciones, fácil manejo y mayor durabilidad (11).

DIAFANIZACIÓN

La diafanización es un método muy flexible con el que se pueden estudiar componentes anatómicos como la vascularización o la localización de centros de osificación. Esta técnica posibilita transparentar un espécimen completo o piezas anatómicas, y se basa en la anteposición de los índices de refracción de la luz del tejido con los del medio (12).

Esta técnica es muy usada en la visualización de centros de osificación por su fidelidad y detalle en esta tarea. Uno de los métodos más usados en la diafanización consiste en la fijación del objeto de estudio en una solución al 10%

de formaldehído, con la posterior deshidratación en una solución sobresaturada de yodo en alcohol al 70% (13). Una de sus variaciones es la utilización de alcoholes en concentraciones ascendentes junto con la aclaración del tejido en Xilol (12). Luego de la deshidratación se aplica la técnica para la tinción de centros de osificación. En esta etapa, se introducen los objetos de estudio en una solución de KOH al 2% con alizarina (13). Una variante de este paso es utilizar una solución de KOH al 20%, para aumentar la velocidad de transparencia (12), con el colorante rojo carmín al 20% (12); después se procede al

aclareamiento de los tejidos blandos por medio de una serie de soluciones de KOH al 2%, NH₄OH y glicerina, realizando cada procedimiento dos veces (13). Una modificación a esto es obviar el uso de NH₄OH y aumentar la relación glicerina/KOH. Después de realizar estos pasos, se procede a conservar en glicerina al 100% y si no se observa una transparencia adecuada se repite alguno de ellos (se recomienda el último) (12).

La diafanización conserva el grosor de los diferentes elementos vasculares, cosa que no ocurre en técnicas como la inyección-corrosión en la cual el molde sufre retracción (14). El estudio de elementos vasculares por este método necesita de una repleción de los vasos de interés con diferentes materiales. Para hacer una correcta repleción, hay que tener en cuenta los índices de viscosidad, el tamaño del vaso y la resistencia del material a los diferentes procesos que implican la diafanización, como los siguientes:

Para vasos pequeños se utiliza tinta china filtrada con formol al 10%, Cronolita 1,112 (una resina parafinada), Estratil 2,119 y otras resinas que posean poca viscosidad y partículas de pequeño tamaño. Para vasos grandes y medianos se usa la resina Ceys con carga radio-opaca y viscosidad alta (15).

Todas las resinas necesitan de un catalizador o del sometimiento del tejido a una temperatura determinada (no recomendado) para obtener un secado apropiado (15).

Además, para una correcta identificación de los vasos, en muchos casos es necesario teñir las sustancias con las que se hace la repleción para una posterior diafanización. Para ello se necesita un colorante que no altere las propiedades de las diferentes resinas y se disuelva bien en ellas; los más utilizados son: rojo cromofthal 2B-R y azul Irgalit GLSM-R (15)

En este caso, el procedimiento se realiza de la misma manera como se describió anteriormente, pero reemplazando la tinción de los centros de osificación por la repleción de los vasos de interés. Cabe resaltar que en la bibliografía consultada no se especifica el momento adecuado para realizar la repleción.

Después de ver los métodos y los usos más comunes de la diafanización podemos ver las ventajas y desventajas que este procedimiento tiene:

Este método facilita la visualización de la ubicación, el recorrido, las diferentes anastomosis y el grosor de los vasos de interés; también se pueden ver las relaciones anatómicas existentes, además de darnos la oportunidad de visualizar los centros primarios de osificación. Con el número adecuado de especímenes, podríamos contemplar la secuencia en la que aparecen estos centros primarios, y a su vez se podrían estudiar las diferentes patologías relacionadas con la osificación que acontecen en la etapa fetal.

Una de las dificultades que presenta esta técnica es que al transparentar los tejidos blandos se dificulta su localización. De igual manera, podemos advertir que el

tiempo que tarda realizar una apropiada diafanización es de aproximadamente 20 Días, sin contar con posibles imprevistos

que obliguen a repetir alguno de los pasos anteriormente expuestos (12).

CORROSIÓN

La técnica de corrosión es, a grandes rasgos, una estrategia para observar el recorrido vascular, abarcando incluso las amplias extensiones capilares. Bajo el nombre de "corrosión" se reconocen varias técnicas, cuyas diferencias radican principalmente en el medio usado para la observación de los vasos (radiografía, destrucción del tejido circundante, inmunohistoquímica). Es una técnica bastante antigua: data de la edad media; fue propuesta inicialmente por Mondino de Luzzi (16).

La base del proceso consiste en inyectar un material que nos permita observar las estructuras vasculares: cera coloreada, látex, tinta, entre otros (17). No obstante, y como ya fue mencionado, aquello que realmente diferencia las técnicas es el método usado para observar los vasos. De esta manera, existen técnicas que no implican corrosión, como la inyección-disección (18); la diafanización; y otras que hacen uso de la observación mediante radiografías, basándose en la utilización de elementos radio-opacos (17).

La técnica de inyección-corrosión es muy usada para la observación de la estructura de los elementos vasculares, especialmente si lo que se busca son vasos de pequeño diámetro. De esta manera, se

puede hablar de corrosión microvascular o simplemente corrosión (19). Por supuesto, este tipo de corrosión y su ulterior observación con el microscopio electrónico de barrido no son de uso estrictamente académico, sino investigativo (20).

Uno de los objetivos que existen en la investigación de estas técnicas de preservación de estructuras es disminuir la posibilidad de errores fortuitos y variaciones en su realización, presentados principalmente por yerro humano o por la existencia de distintos factores que se originan en la gama de químicos que pueden ser utilizados. Las mejoras propuestas se dirigen entonces, a cambiar -para determinar- los materiales inyectados y las técnicas de inyección. Suwa (20), por ejemplo, plantea una serie de cambios al método por inyección de resina que sistematizarían la operación y eliminarían obstáculos, resultando en una mejora de la técnica. Viggiano et al. (21), proponen el uso de poliuretanos expandidos para mejorar la obtención de piezas macroscópicas. Papakonstantinou et al. (22) realizaron un acercamiento a la vasculatura intraósea mediante la inyección de tinta y disección con el objetivo de conocer el recorrido vascular

y las relaciones que posee, reduciendo considerablemente los costos que

conllevaría una técnica más usual para tal objetivo, como lo es la diafanización.

DISCUSIÓN

La enseñanza de la anatomía macroscópica ha presentado dificultades desde siempre debido a su aprendizaje basado en memoria. Los estudiantes no suelen estar motivados a aprenderla de esta manera; cuando lo hacen, no muchos logran retener por mucho tiempo los conceptos o no pueden aplicarlos adecuadamente (23).

Para facilitar todo esto, se han desarrollado diferentes técnicas de conservación de cadáveres, cada una con ventajas y desventajas que deben ser analizadas al momento de incluir su uso en cualquier institución educativa. Así mismo, muchas de estas técnicas han presentado diferentes modificaciones con la finalidad de reducir la inversión económica requerida en cada una de ellas, sin olvidar la calidad de las piezas obtenidas.

Por su parte, el método Walther Thiel tiene diversidad de aplicaciones que no sólo incluyen la enseñanza en pregrado sino también en posgrado; proporciona flexibilidad, fidelidad al color original de la pieza, y es desarrollado con componentes que no representan mayor peligro para la salud de quienes los manipulan. Como desventajas, no puede

ser utilizada en el estudio de la anatomía microscópica y representa un alto costo. Es una técnica muy prometedora que podría ser implementada en la Universidad Nacional de Colombia.

La plastinación ha venido siendo adaptada y modificada por diferentes países del mundo, incluyendo Colombia, con el fin de reducir al máximo los recursos consumidos, y mejorar la calidad de la piezas obtenidas. Proporciona piezas secas, inodoras, bien conservadas y de fácil manipulación, pero debido a que el acceso a los insumos necesarios para su ejecución es complicado por el control gubernamental y su alto costo, es preferible utilizar otro tipo de materiales que permitan conseguir resultados similares o incluso mejores.

En cuanto a la diafanización, se presenta la facilidad de conservar la irrigación y por tanto la visualización del recorrido, tamaño y relaciones anatómicas de los diferentes vasos de las piezas estudiadas, cosa difícil de lograr con técnicas convencionales, como el formol. Asimismo, es empleada para mantener la vasculatura interna de ciertos órganos como el ojo. Otra de sus contribuciones en la enseñanza de la anatomía es la

visualización de los centros primarios de osificación, permitiendo su ubicación espacial, temporal y patológica.

Hermis et.al (24) realizaron un breve experimento en el que dos estudiantes produjeron una muestra de circulación coronaria y otra del árbol bronquial, ambas provenientes de ratas, usando la técnica de inyección corrosión, sin mayor intervención por parte de sus maestros. Esto significa que las estructuras que debían conocer fueron conservadas por ellos mismos; desde el enfoque constructivista, edificaron su conocimiento. En otras palabras, al trabajar los modelos que luego estudiarían, los estudiantes construyeron el material con el que más tarde deberían aprender, y no sólo fueron receptores de información consensuada. Además, los estudiantes se vieron relacionados más íntimamente con las estructuras que tenían que estudiar, forjando una relación que no sólo hace más amena la actividad

educativa, sino que mejora el resultado de ésta. No es extraño pensar que, a medida que se siga buscando el método que reduzca los costos de la inyección-corrosión, y en cuanto se empiece a aplicar como técnica de apropiación del conocimiento, este procedimiento nos va a poder ofrecer mayores beneficios tanto en la docencia como en la investigación.

La corrosión como técnica de conservación da múltiples posibilidades de aprendizaje al estudiante. Por ejemplo, el método de inyección-corrosión puede llevar al entendimiento y comprensión de la irrigación de una zona del cuerpo humano o animal, especialmente de aquellos órganos que poseen una irrigación y drenaje complejo, como el hígado. La inyección-dissección ayuda a comprender las relaciones anatómicas de un vaso; la corrosión microvascular, como ya fue dicho, es más pertinente en ambientes de investigación.

CONCLUSIÓN

Al buscar bibliografía pertinente para el presente artículo, encontramos que, en general, hace falta bastante literatura. Métodos como la plastinación, cuentan con varias alternativas y gozan de distintos estudios que buscan su mejoría; otros, como la diafanización y, en menor medida, la corrosión, no son tan indagados. Pareciera que aquellos que se dedican a la anatomía adoptan una actitud conformista con los métodos

existentes, pues las investigaciones suelen ir encaminadas a la observación de estructuras sin realizar mayor ahondamiento en las técnicas usadas.

En cuanto a las posibilidades que existen en la enseñanza de la anatomía, hemos concluido que, ante todo, cada técnica posee ciertas ventajas y desventajas que se deben tener en cuenta a la hora de usar alguna. Además, lo ideal sería utilizar técnicas que no sólo representen la mejor

relación costo/beneficio, sino combinar varias de ellas, con el objetivo de abarcar la anatomía desde un todo.

Después de analizar las técnicas aquí discutidas, podemos concluir que para que las mismas sean viables en un país como Colombia, éstas deben ser desarrolladas con insumos más

asequibles. Una combinación de estas técnicas con variaciones que permitan obtener resultados similares a bajo costo sería lo ideal. La Universidad Nacional de Colombia seguirá evaluando y desarrollando alternativas más factibles en aras de optimizar la enseñanza en el área de la salud.

Conflicto de intereses

Los autores manifiestan que no poseen conflicto de interés o sesgo alguno en la elaboración del presente artículo.

BIBLIOGRAFÍA

1. A. J. Cave. *Acient Egypt and the Origin of Anatomical Science* [Internet]. 1950;43(7):568-571. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2081370/pdf/procrsmed00594-0078.pdf>
2. Texas State University. University News Service [Internet] 2007. [Citado el: 23 de Noviembre de 2014] http://www.txstate.edu/news/news_releases/news_archive/2007/08/mummies083007.html
3. Cain, P. *BBC Mundo* [Internet] 2013. [Citado el: 17 de Octubre de 2014] http://www.bbc.co.uk/mundo/noticias/2013/06/130617_ciencia_embalsamamiento_tecnica_nueva_ig
4. Bertone, V., Blasi, E. Método de Walther Thiel para la preservación. [Internet]. 2011;2(3):89-92. Disponible en: <http://www.anatomia-argentina.com.ar/RevArgAnatOnl-2011-2%283%29-p89-tecanat-bertone-full.pdf>
5. Benkhadra, M., Gérard, J., Genelot, D., Trouilloud, P., Girard, C., Anderhuber, F., & Feigl, G. Is Thiel's embalming method widely known? A world survey about its use. *Surgical and radiologic anatomy*. 2011;33(4):359-363.

6. Thiel, W. Die Konservierung ganzer Leichen in natürlichen Farben. *Annals of Anatomy-Anatomischer Anzeiger*, 1992;174(3):185-195.
7. Hammer, N., Löffler, S., Bechmann, I., Steinke, H., Hädrich, C., & Feja, C. Comparison of modified Thiel embalming and ethanol-glycerin fixation in an anatomy environment: Potentials and limitations of two complementary techniques. *Anatomical Sciences Education*, 2014.
8. Venegas C., Dalmau E., Trujillo C., Díaz C. La técnica de plastinación por corrosión: realidad posible. *Rev. Med. Vet.* 2013; 25:109-117
9. Setayesh M., Efsandiari E., Rabiei A., Hanaei S., Rashidi B. Comparing two methods of plastination and glycerin preservation to study skeletal system after alizarin red-alcian blue double staining. *PubMed* 2013; 2:19.
10. Jiménez R, Isaza O. Plastinación, una técnica moderna al servicio de la anatomía. *Revista Itraeia*. 2005;18(1):99-106
11. Saeed M, Rufai A, Elsayed S. Mummification to plastination. *Saudi Med J* 2001;22(11):956-959
12. Rodríguez, R., Algarilla, D. Diafanización: Técnica modificada por solución rojo carmín [Internet]. Universidad Católica de Cuyo; 2012 [citado 19 de octubre 2014]. Disponible en:
<http://morfovvirtual2012.sld.cu/index.php/morfovvirtual/2012/paper/viewFile/216/471>
13. Laboratorio de Técnicas Morfológicas. Facultad de Medicina, Departamento de Morfología. Universidad de Antioquia. Técnicas de transparentación de especímenes y tinción ósea con alizarina [Internet]. [Citado 19 de octubre 2014]. Disponible en:
http://www.udea.edu.co/portal/page/portal/SedesDependencias/Medicina/Departamentos/Morfologia?_piref471_96484068_471_96484067_96484067.tabstring=LaboratorioTecnicaMorfologicas

14. Rodríguez A. Determinación mediante técnicas de corrosión, diafanización y microscopia electrónica de barrido de los territorios vasculares arteriales, con especial referencia a la irrigación de la medula espinal [Internet]. 1989;4(1):29-38. Disponible en:
<http://www.raco.cat/index.php/RevistaRAMB/article/view/71183/91011>
15. Triviño, A., Ramírez S., García, J. Método combinado de diafanización y relleno vascular para el estudio de la vascularización del globo ocular [Internet]. Archivos de la sociedad española de oftalmología; 1980 [citado 19 de octubre 2014]; 40:979-982. Disponible en:
http://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:ijUFPxSEfwJ:scholar.google.com/&hl=es&as_sdt=0,5
16. Frank M. A historical overview of the study and representation of uterine. Microvascular Research, 2009, p 80-89.
17. Leonard M. A review of vascular injection techniques for plastic and reconstructive surgery. Journal of the American Society of Plastic Surgeons 2006;117(6):2050-2057.
18. Elsa, M. Comparison of injection/dissection and injection/corrosion methods: example of vertebral veins in the transverse canal. Surg Radiol Anat, 2014.
19. S. H. Aharinejad, A. L. Microvascular Corrosion Casting in Scanning Electron Microscopy . Springer-Verlag Wien New York, 1992.
20. Fumihiko S., M. U. Acrylic resin injection method for blood vessel investigations. Okajimas Folia Anat 2013; 23-29.
21. D. Viggiano, S. A New Method to Make Vascular and Bronchial Casts of Voluminous Organs. European Journal of Morphology 2003; 161-165.
22. Maritsa K. Papakonstantinou, W.-R. P. New approach to the study of intraosseous vasculature. ANZ Journal of Surgery 2012; 704-707.
23. Krontiris-Litowitz J. Using truncated lectures, conceptual exercises, and manipulatives to improve learning in the neuroanatomy classroom. Advances in Physiology Education, 2008; 152-156.

24. David J. Hermiz, D. Constructivist Learning of Anatomy: Gaining Knowledge by Creating Anatomical Casts. *Anatomical Sciences Education* 2011; 98-104.
-