



**UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA DE CIENCIAS BIOMEDICAS Y
TECNOLOGICAS
T.S.U EN HISTOTECNOLOGIA
TRABAJO MONOGRAFICO**



**OPTIMIZACIÓN DE LA TÉCNICA DE PLASTINACIÓN PARA LA
PRESERVACIÓN ADECUADA DE PIEZAS ANATÓMICAS**

AUTORES:

ARIAS, KAREN

CORONA, YSLEIDID

GUILLÉN, YURI

LANDAETA, ELIZABETH

TUTOR:

PROF. LOIDA PONCE

VALENCIA, OCTUBRE 2013



**UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA DE CIENCIAS BIOMEDICAS Y
TECNOLOGICAS
T.S.U EN HISTOTECNOLOGIA
TRABAJO MONOGRAFICO**



**OPTIMIZACIÓN DE LA TÉCNICA DE PLASTINACIÓN PARA LA
PRESERVACIÓN ADECUADA DE PIEZAS ANATÓMICAS**

**AUTORES: ARIAS, KAREN
CORONA, YSLEIDID
GUILLEN, YURI
LANDAETA, ELIZABETH
TUTOR: LOIDA PONCE
Año: 2013**

RESUMEN

La preservación de piezas anatómicas ha llevado a la búsqueda de técnicas eficientes con el propósito de lograr avances científicos y educativos. La técnica de la plastinación, inventada por el doctor Gunther von Hagens en Alemania en 1977 se ha utilizado ampliamente en la conservación de muestras biológicas pero se ha evidenciado que algunas piezas no cumplen con los requisitos óptimos debido al uso de ciertos compuestos como el formaldehído, las acetonas y los alcoholes antes y durante el procesamiento histológico de la muestra, al alterar la estructura morfológica de las piezas anatómicas, tanto a nivel microscópico como macroscópico. Por tal motivo, la presente investigación comparó los distintos protocolos del proceso de plastinado. La investigación evidencia que las muestras fijadas con alcohol etílico tienen mejor aspecto y gozan de ventajas como: menor costo a causa de la ausencia del uso de acetona durante el proceso de plastinación; en cambio, al usar acetona durante la deshidratación a temperatura de -4°C , la preparación se transparenta después de la impregnación forzada. Los resultados muestran que existe una diferencia significativa en el peso después de realizar la deshidratación con acetona, también se evidenció que la fijación no influye en el proceso de plastinación. El uso de la plastinación con fines académicos, es una herramienta de vital importancia con el fin de aprovechar el material para facilitar el aprendizaje en áreas como la anatomía humana, así como la preservación y mantenimiento de los especímenes lo cual minimiza los riesgos de exposición a agentes biológicos y vapores químicos.

Palabras clave: Plastinación, preservación, piezas anatómicas, impregnación forzada.



**UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA DE CIENCIAS BIOMEDICAS Y
TECNOLOGICAS
T.S.U EN HISTOTECNOLOGIA
TRABAJO MONOGRAFICO**



**OPTIMIZATION OF PLASTINATION TECHNIQUE FOR THE PROPER
PRESERVATION OF ANATOMICAL PARTS**

**AUTORES: ARIAS, KAREN
CORONA, YSLEIDID
GUILLEN, YURI
LANDAETA, ELIZABETH
TUTOR: LOIDA PONCE
Año: 2013**

ABSTRACT

The preservation of anatomical specimens has led to the search for efficient techniques in order to advance science and education. The plastination technique invented by Dr. Gunther von Hagens in 1977 has been widely used in the conservation of biological samples, but it has been shown that some pieces don't have the optimum conditions due to the use of certain compounds such as formaldehyde, ketones and alcohol, before and during the histological processing of the sample, by altering the morphological structure of the anatomical specimens, both microscopic and macroscopic. Therefore, the present study compared different protocols in the plastinated process. Research shows that samples fixed with ethyl alcohol look better and have advantages such as lower cost due to the absence of the use of acetone during the plastination process, whereas when using acetone for dehydration at a temperature of -4°C , the preparation is transparent after forced impregnation. The results show a significant difference in weight after dehydration with acetone, it was also evidenced that fixing does not affect the plastination process. The academic use of plastination, is a vital tool in order to take advantage of materials to facilitate learning in areas such as human anatomy, as well as the preservation and maintenance of specimens minimizes the risk of exposure to biological agents and chemical vapors.

Key words: Plastination, preservation, anatomical specimens, forced impregnation



**UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA DE CIENCIAS BIOMEDICAS Y
TECNOLOGICAS
T.S.U EN HISTOTECNOLOGIA
TRABAJO MONOGRAFICO**



CONSTANCIA DE ENTREGA

La presente es con la finalidad de hacer constar que el trabajo monográfico titulado:

**OPTIMIZACIÓN DE LA TÉCNICA DE PLASTINACIÓN PARA LA
PRESERVACIÓN ADECUADA DE PIEZAS ANATÓMICAS**

Presentado por los bachilleres:

ARIAS, KAREN. C.I. 84.418.252
CORONA, YSLEIDID. C.I. 23.426.617
GUILLÉN, YURI. C.I. 22.744.318
LANDAETA, ELIZABETH C.I. 22.225.320

Fue leído el trabajo monográfico y se considera que cumple con los parámetros metodológicos exigidos para su aprobación. Sin más a que hacer referencia, se firma a los 28 días del mes de octubre del año 2013.

Prof. Loida Ponce
CI.10.113.361

Firma del Tutor



**UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA DE CIENCIAS BIOMÉDICAS Y
TECNOLÓGICAS
DIRECCIÓN DE ESCUELA
COMITÉ DE INVESTIGACIÓN Y PRODUCCIÓN INTELECTUAL**



CONSTANCIA DE APROBACIÓN

Quienes subscribimos, Prof. Lisbeth Loaiza, Directora de Escuela; y Prof. María Carrizales, Coordinadora del Comité de Investigación y Producción Intelectual de la Escuela. Hacemos constar que una vez obtenidas las evaluaciones del tutor, jurado evaluador del trabajo en la presentación escrita del trabajo final de grado titulado: **OPTIMIZACIÓN DE LA TÉCNICA DE PLASTINACIÓN PARA LA PRESERVACIÓN ADECUADA DE PIEZAS ANATÓMICAS**, presentado como requisito para obtener el título de Técnico Superior Universitario en Histotecnología, el mismo se considera Aprobado.

En Valencia, a los Veintiún días del Mes de Octubre del año Dos Mil Trece.

Prof. Lisbeth Loaiza
Directora

Prof. María Carrizales
Coordinadora

INDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	7
DESARROLLO	9
Marco Teórico	9
Antecedentes	12
CONCLUSIÓN	14
RECOMENDACIONES	15
GLOSARIO	16
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	18
ANEXOS	19
Muestras de medallones de miembros inferiores humanos	19
Muestra humana plastinada, Universidad de los Andes, Santiago de Chile	20
Cerebro plastinado en silicona	20

INTRODUCCIÓN

La preservación y el mantenimiento de cadáveres y piezas anatómicas ha llevado a la búsqueda de técnicas más eficientes y seguras como la plastinación en la cual se utilizan sustancias menos convencionales tales como el formaldehído, xilol o gerdex, cuyo objetivo es de disminuir los riesgos de exposición a vapores químicos y agentes biológicos con el fin de disponer de preparados anatómicos con mayor durabilidad, conservando las características anatómicas en medida de lo posible para facilitar la docencia e investigación en la disciplina.¹ Entre los tipos de preservación anatómica más usados se encuentra la osteotecnia, basada en la preservación de huesos, el glicerinado, consiste en deshidratar la muestra e introducir glicerina a ella, la repleción, en esta técnica se llena el interior de conductos como venas, arterias, conductos linfáticos, vías urinarias, entre otros, con soluciones a través de inyecciones.² Por último, la técnica más moderna e innovadora creada por el Dr. Gunter von Hagens en 1977 es la plastinación cuyo fundamento es la sustitución de líquidos intracelulares y extracelulares de un espécimen o pieza anatómica con sustancias químicas a través de una impregnación forzada al vacío con un posterior proceso de endurecimiento que proporciona un mejor manejo y preservación de la pieza o espécimen anatómico.³

En base a lo expuesto anteriormente la presente investigación representa un aporte teórico a la práctica de preservación indefinida de especímenes y muestras anatómicas con el objetivo de exponer ventajas y desventajas de la aplicación de diferentes técnicas a través de una comparación entre protocolos y métodos aplicados en órganos de diferentes especies.

La plastinación tiene por objetivo la preservación y mantenimiento de piezas anatómicas con el fin de detener la descomposición a través del uso de sustancias químicas que permitirán la ejecución, apreciación de cortes secuenciados y posturas en dicho órgano. Cronológicamente puede citarse que los egipcios en particular, desarrollaron el arte de embalsamar y momificar a sus muertos.⁵ Este método se desarrolla a causa de la necesidad de mantener los cadáveres a salvo de las inundaciones anuales del Valle de Nilo, Egipto; para esto los muertos eran enterrados fuera de alcance de las aguas, es decir, en la arena seca o entre las piedras de la región desértica circundante lo que proporciona las condiciones ideales para la momificación natural: sequía perenne y arena cálida que

favorecían la deshidratación y conservación.⁵ Hasta el siglo XVII, los cadáveres fueron conservados utilizando las mismas técnicas de embalsamamiento de los antiguos egipcios.⁵ Un factor fundamental en la preservación de las piezas anatómicas es que los métodos modernos difieren de los antiguos tanto en las sustancias como en las tecnologías empleadas por lo que se evidencia la importancia de los procesos de conservación a través de los tiempos. En el año 1977, el anatomista alemán Gunther von Hagens inventó la técnica de la plastinación que consiste en extraer los líquidos y fluidos del espécimen y sustituirlos con resinas o siliconas a través del proceso de impregnación forzada con alcoholes o acetonas para someterse a un proceso de endurecimiento que proporciona posteriormente rigidez a la muestra.⁵ Debido a su cualidad realista, en la actualidad la plastinación representa la forma más atractiva de exhibir muestras humanas. Para el proceso de plastinación existen diferentes técnicas entre las que se destacan como más eficientes el uso de acetonas o alcoholes para la deshidratación del espécimen, en la que como se explicó anteriormente la acetona no resulta ser el químico más adecuado para la deshidratación por la retracción, deformación y pérdida de color.⁵ Considerado lo antes expuesto se crea la necesidad de plantear: ¿Que técnica de plastinación resulta ideal para piezas anatómicas?

Para responder lo planteado anteriormente los objetivos del presente trabajo son los siguientes:

Objetivo General:

- Investigar las técnicas de plastinación para la preservación adecuada de piezas anatómicas.

Objetivos específicos:

- Comparar los diferentes tipos de técnicas de plastinación para la preservación adecuada de piezas anatómicas.
- Estudiar las ventajas y desventajas de las técnicas de plastinación para la preservación adecuada de piezas anatómicas.
- Determinar el papel favorable o desfavorable de los químicos utilizados en cada etapa del proceso.

DESARROLLO

Marco teórico

La plastinación es un proceso simple y especial de aspiración y limpieza, que permite reemplazar el agua y la grasa de los tejidos por plásticos tales como el silicón, la resina epóxica o la resina de poliéster. Microscópicamente se puede observar que las células y su superficie natural no cambian en comparación al estado previo a la plastinación. Los cuerpos permanecen secos e inodoros, por lo que resultan manejables.⁵ Este método, inventado por el doctor Gunther von Hagens en 1977, permite preservar los especímenes anatómicos al detener la descomposición del cuerpo.⁶

Dicha técnica posee diferentes procesos y métodos para su realización, comenzando con un embalsamamiento y disección anatómica de las piezas o cuerpos a realizar la plastinación, este proceso detiene la descomposición de los cuerpos inyectándole formalina al 5% en las arterias por períodos en lo posible cortos, (una a dos semanas), para evitar el oscurecimiento de la muestra; posteriormente se realiza la disección con instrumentos de disección, se remueve la piel la grasa y tejido conectivo si la pieza anatómica contiene cabello debe ser extraído con sumo cuidado.⁷

El siguiente proceso es la extracción de agua y grasas corporales con la utilización de acetonas frías o alcoholes denominada deshidratación. Al utilizar acetonas se hará a partir de setenta por ciento (70%), ochenta por ciento (80%), noventa por ciento (90%) y cien por ciento (100%), a temperatura de -20° C, que permite obtener preparaciones que se transparentan después de la impregnación forzada. La otra variante utiliza alcoholes de setenta por ciento (70%), ochenta por ciento (80%), noventa por ciento (90%) y cien por ciento (100%), a temperatura ambiente, ambas empleada para la impregnación forzada con resina poliéster. El proceso de deshidratación para la impregnación forzada con siliconas se realiza con acetonas de setenta por ciento (70%), ochenta por ciento (80%), noventa por ciento (90%) y cien por ciento (100%), a una temperatura de -20°C, para evitar la contracción o encogimiento de los tejidos, fenómeno que se maximiza si la deshidratación se efectúa a temperatura ambiente.⁷

Es importante destacar que en el proceso de deshidratación hay variantes entre el método utilizado en diferentes grupos de investigación, como por ejemplo la Universidad de Murcia, (véase anexo N°2)

entidad reconocida internacionalmente en el campo de la plastinación y el procedimiento de La Unidad de Anatomía Normal de la Universidad de los Andes (véase anexo N°2).⁷

En La Universidad de Murcia la deshidratación de las muestras es rápida en acetona (baños de noventa y siete por ciento (97%) y cien por ciento (100%) a -20°C; mientras que La Unidad de Anatomía de la Universidad de los Andes la deshidratación de las muestras se realizan con acetona en concentraciones crecientes desde sesenta y cinco por ciento (65%) hasta cien por ciento (100%) a 4°C en un tiempo de 35 días.⁷

La impregnación forzada es el proceso de intercambio y el paso fundamental para la plastinación que se realiza con una cámara de vacío a 15 milibares de presión.⁷

Como se menciona anteriormente la impregnación puede realizarse con siliconas (véase anexo N°3) o resina epóxicas o de poliéster que se mantienen transparentes proporcionando visibilidad impecable del órgano impregnado. En este proceso la acetona es aspirada del cuerpo y el vacío generado mantiene un constante suministro de plástico líquido a los tejidos de cuerpo. Gradualmente, el cuerpo se llena de plástico. Visto físicamente, el proceso aprovecha la diferencia de presión entre la acetona volátil y la solución de plástico, que tiene un alto grado de ebullición. Regulando la aspiración, la velocidad de la impregnación se puede adaptar al tipo de muestra, así como a la densidad y viscosidad de los plásticos utilizados y se minimizan los posibles encogimientos a temperaturas bajas, por ejemplo, a -25° C.⁵

En el mercado existen siliconas que deben trabajarse a -20° C, mientras que otras pueden trabajarse a temperatura ambiente que permite procesar indistintamente preparados que van a impregnarse en silicona como en resina poliéster, material que también debe trabajarse a temperatura ambiente.⁷

Al emplear la impregnación forzada con silicona proporcionará una consistencia de goma rígida que se utiliza mayormente en la plastinación de cuerpos y piezas anatómicas. La silicona utiliza tres componentes, el polímero silicona, el crosslinker y el catalizador; en esta técnica comienza al retirar la pieza de la última acetona, se deja estilar unos minutos a temperatura ambiente, para luego sumergirla en la mezcla antes mencionada y colocarla en la cámara de vacío, de modo de obtener un burbujeo constante y suave, hecho que indica que la acetona está siendo retirada del tejido y está siendo reemplazada por el polímero.

En la medida que pasa el tiempo, se va incrementando el vacío hasta llegar a 15 milibares. Una vez que la silicona deja de burbujear, la preparación se retira de la cámara de vacío, se deja estilar por media hora, para luego agregar una delgada capa de catalizador CT-32. Posteriormente, la preparación se guarda por veinticuatro horas en un contenedor cerrado, siendo útil para ello una bolsa plástica sellada o un recipiente de vidrio herméticamente cerrado. Al día siguiente, se retira y se limpia el exceso de catalizador, colocando la preparación en un ambiente con alta humedad por varios días. Si se desea acelerar el proceso de fraguado, se puede incrementar la cantidad de crosslinker en la mezcla inicial o sumergir la pieza en agua tibia.⁷

La otra forma de impregnación forzada con resina de poliéster o epóxica permite que los cortes de tejido saturado aparezcan transparentes cuando su superficie es lisa, dado que la resina epóxica polimerizada es extremadamente dura, las mezclas de resinas epóxicas son el polímero elegido para plastinar muestras de cortes transversales. El uso de resinas epóxicas para la plastinación es muy útil para el análisis preciso y tridimensional de aquellos cuerpos que han sido cortados en una serie de secciones, facilitando la investigación de procesos tan complejos.⁷

La resina poliéster es un polímero que se puede obtener en el mercado nacional. Este material proporciona preparados que tienden a diafanizarse, apreciándose en ellos varios planos, cuando son observados con minuciosidad. Las preparaciones son rígidas y fáciles de fracturar. Esta técnica es recomendada para cortes de diferentes segmentos corporales, se aplica las siguientes proporciones siguiente proporción: por cada 100 ml de resina se agregan 50 microlitros de cobalto y 150 microlitros de catalizador.

Para la preparación de dicha técnica en poliéster la pieza anatómica se retira de la última acetona, se estila, se sumerge en la mezcla mencionada utilizando para ello un molde de vidrio, colocando un peso sobre la preparación para evitar que flote. Luego, se lleva a la cámara de vacío a temperatura ambiente. Al igual que lo descrito para la técnica de silicona.⁷

Una vez que ha terminado la impregnación, se lleva el molde de vidrio a la campana de extracción, lugar en el cual se somete a luz ultravioleta, por varias horas. Posteriormente, el fraguado se continúa en una estufa a 40° C, por algunas horas.⁷ Otra manera de impregnación forzada en poliéster sin necesitar una cámara de vacío es cuando realizamos

la deshidratación con alcoholes de forma creciente. La preparación se sumerge en la mezcla de resina en las mismas proporciones a la indicada anteriormente. Previo a esto, se le han extraído todas las burbujas de aire que contenga la mezcla y la pieza anatómica se introduce en la resina muy lentamente para no producir nuevas burbujas de aire. Una vez sumergida, se lleva directamente a la aplicación de luz ultravioleta, tal como se indicó previamente. En este caso, se obtiene una pieza que ha sido incluida en resina, sin que se haya realizado impregnación forzada.⁷

Los científicos recién iniciados a la plastinación trabajan con uno o dos sistemas de polímeros, mientras científicos especialistas usan hasta diez. Para la realización del fraguado las muestras impregnadas se someten a un gas catalizador o a luz ultravioleta (UV), dependiendo del polímero usado para la Plastinación.⁷

Gracias a los pasos o procedimientos mencionados se obtiene una óptima plastinación de piezas anatómicas de duración indefinida pero no indestructible, piezas sin olores irritantes, piezas secas y por último una buena preservación de piezas únicas.⁷

Antecedentes de la investigación.

La realización de la presente monografía se hizo a través de revisiones bibliográficas en diversas fuentes de consulta como: artículos científicos, trabajos de investigación y publicaciones en revistas médicas, cuya contribución fue vital para realización del presente trabajo de investigación.

El Estudio Comparativo de Dos Técnicas de Plastinación, cuyo objetivo principal fue comparar la retracción de los órganos, durante el proceso de plastinación con respecto al tipo de fijador empleado, utilizó 24 muestras frescas de riñones y hemiencéfalos de vacuno, riñones y corazones de cerdo y miembro inferior humano las cuales fueron fijadas con alcohol etílico, formalina y Solución Fijadora Universidad de los Andes®. Dichos órganos fueron medidos y pesados antes y después del proceso de plastinación. Al comparar las muestras se evidenció que el uso de acetona en baños rápidos evita la retracción y se obtienen muestras de mejor calidad.⁴ Esta investigación guarda relación con la presente investigación, ya que ambas comparan el uso de diferentes técnicas para la plastinación de piezas anatómicas. Sin embargo, la principal diferencia radica en el uso exclusivo de acetonas para el proceso de deshidratación. Por otro lado, la presente investigación busca comparar las ventajas y desventajas que representa la utilización de alcohol etílico y

acetona para la deshidratación de las muestras; en el método de fijación de la Universidad de los Andes se realiza con formalina y en la Universidad de Murcia se realiza con alcohol etílico, ésta última fijación proporciona un aspecto visual con mayor similitud del órgano in vivo además de tener un menor grado de toxicidad en su aplicación. En el proceso de deshidratación la Universidad de los Andes se usó acetona en concentración creciente de 65-100% a 4 °C durante 35 días, en cambio, la Universidad de Murcia realizó el proceso de deshidratación de manera rápida con baños de acetona en concentraciones de 97-100% a -20 °C; dando como resultado que la temperatura en esta fase del proceso es crucial para la calidad del producto final ya que a 4 °C se produce mayor retracción y decoloración de la muestra.⁵

Las ventajas del proceso de plastinación y la importancia de su uso en la anatomía y en la enseñanza de la misma se pudo evidenciar en el trabajo titulado “Anatomía humana y plastinación” en el que se resalta la utilización de la plastinación como método de preservación de piezas anatómicas, que tienen como propósito la investigación en distintos campos como la Biología, la Veterinaria o la educación médica en general. Mediante la elaboración de preparados anatómicos con la técnica de plastinación se han podido demostrar las múltiples aplicaciones en el aprendizaje de la anatomía y la exposición permanente de los especímenes biológicos.⁵

CONCLUSIÓN

Con la plastinación se obtienen preparaciones biológicas reales, limpias, secas, resistentes, de duración ilimitada en el tiempo que pueden ser examinadas sin necesidad de guantes o cualquier otro tipo de medida preventiva y no precisan de tratamientos ni condiciones especiales de almacenamiento, salvo no recibir luz solar directa. Los órganos plastinados carecen de olor y permanecen libres de sustancias tóxicas por lo que son herramientas ideales para la docencia anatómica tanto humana como animal.

Uno de los principales problemas de la plastinación es que según el método de plastinación usado por la Universidad de Murcia, se presenta retracción en las muestras a causa del uso de baños de acetona, ocasionando cambios macroscópicos que afectan visiblemente la morfología de la pieza anatómica.

Sin embargo, no se evidencian diferencias significativas estadísticamente en cuanto a cambios de peso y dimensiones, aunque visualmente las muestras fijadas en alcohol tienen una mejor apariencia (véase anexo N°1), como es estipulado en el protocolo de plastinación de la Universidad de los Andes (véase anexo N°2).

En cuanto a la deshidratación, cuando se realiza con acetona en grado creciente a temperatura de 4 °C la preparación se transparenta después de la impregnación forzada en la que el órgano se afecta por el cambio de temperatura que ocasiona problemas de penetración al tejido. Por otra parte, con alcoholes crecientes a temperatura ambiente se puede incluir sin realizar una impregnación forzada con resina de poliéster en cortes transversales de órganos que hayan sido teñidos previamente con el método de Bernard resultando preparaciones opacas pero con óptimas condiciones de transparencia de la resina y de preservación anatómica.

Por lo que se puede concluir que, con respecto al uso de químicos, el alcohol tiene mejor viabilidad ya que es de venta libre, al contrario de la acetona, es de menor costo y el problema de coloración puede solventarse con el Método de Bernard, en la mayoría de los casos. En el caso del acabado final de la pieza anatómica, hay varias opciones cuyo procedimiento es de dificultad moderada y el producto final es impecable.

Recomendaciones

Se recomienda llevar a cabo la impregnación forzada a temperaturas bajas cuando se use acetona en el proceso de fijación ya que esta última causa retracción de tejido, sin embargo, si no se cuenta con acetona o el congelador a 20 °C la fijación se puede realizar con alcoholes y la impregnación forzada a temperatura ambiente.

Por otra parte, utilizar resinas de poliéster o epóxicas permitirá que los cortes de tejidos se vean completamente transparentes cuando su superficie es lisa por lo que es más recomendable que las siliconas. Sin embargo, las resinas epóxicas son ideales para plastinados de muestras de cortes transversales, así como la resina de poliéster es utilizada para cortes de diferentes segmentos corporales.

Por último, para acelerar el proceso de fraguado se recomienda incrementar la cantidad de crosslinker en la mezcla de catalizador y silicón o sumergir la pieza en agua tibia.

La aplicación de las técnicas de plastinación se ven limitadas al tamaño de las piezas anatómicas a plastinar, debido a que en todos los protocolos posibles es indispensable el uso de una bomba de vacío, ya que plastinar un cuerpo completo requeriría una bomba de vacío de gran tamaño, en cambio, para órganos de menor tamaño se puede utilizar una bomba de vacío más pequeña y por ende, de menor costo económico. Por otra parte, en los protocolos en los que se requiere acetona se ven limitados por las restricciones legales de la venta de este producto a causa de su uso en la manufacturación de narcóticos. Además, los costos de los agentes epóxicos y siliconados tienen un costo significativo. Sin embargo, al comparar el costo con las ventajas que proporciona la técnica puede ser factible para el uso de órganos como herramienta didáctica de enseñanza universitaria.

Entre las ventajas que proporciona esta técnica, es importante señalar que las piezas plastinadas pueden ser manipuladas sin ningún tipo de bioprotección como guantes, tapabocas, etc., ya que las muestras son inoloras, se conservan por un tiempo indefinido en un estado muy parecido al in vivo, con colores realistas y un índice mínimo de retracción; resultando así una opción ideal como herramienta didáctica para la enseñanza anatómica.

GLOSARIO

Catalizador: Sustancia que acelera reacciones químicas.

Descomposición: Es un proceso biológico y químico que reduce el cuerpo de un organismo vivo a formas más simples de materia.

Deshidratación: Proceso que consiste en eliminar el agua y otros líquidos de la muestra a través de sustancias químicas.

Embalsamar: Es una técnica que conserva el aspecto físico del cadáver en óptimas condiciones por un tiempo determinado.

Espécimen: Organismo tomado como muestra de una población o de su ambiente, así como también, partes del mismo (Órganos, tejidos, fluidos biológicos) que reflejen su estado

Estilar: Del verbo destilar; consiste en correr lo líquido gota a gota, sinónimo de gotear, aplicable a escurrir.

Fijación: Consiste en interrumpir en un espécimen el proceso de descomposición, a través de sustancias químicas que conservan la arquitectura y composición.

Fraguado: Es el proceso de endurecimiento o solidificación de una película adhesiva del acabado del producto a través de procesos físicos, químicos o físico-químicos que se usa en barnices, pinturas o adhesivos.

Glicerinado: Consiste en deshidratar una muestra a la vez que se introduce glicerina en sus tejidos, lo importante es no dejar agua disponible para los microorganismos. La muestra finalizada queda impregnada en glicerina, esto permite que quede con una buena flexibilidad.

Impregnación forzada: Proceso de intercambio en la plastinación. Durante la impregnación forzada, un polímero reactivo, por ejemplo: goma silicónica, sustituye la acetona. Para lograr esto, el espécimen se somete en una solución polimérica y se sitúa en una cámara de vacío. El vacío extrae la acetona del espécimen y ayuda a que el polímero penetre hasta en la última célula.

Momificación: método a través del cual se deseca un cadáver para evitar su descomposición.

Osteotecnia: Consiste en someter huesos a diferentes procesos químicos y biológicos con el fin de preservarlos en un estado tan natural como sea posible.

Repleción: Consiste en el llenado de conductos (vasos sanguíneos o linfáticos, vías biliares o urinarias, bronquios, u otros) por medio de la inyección de soluciones en su interior.

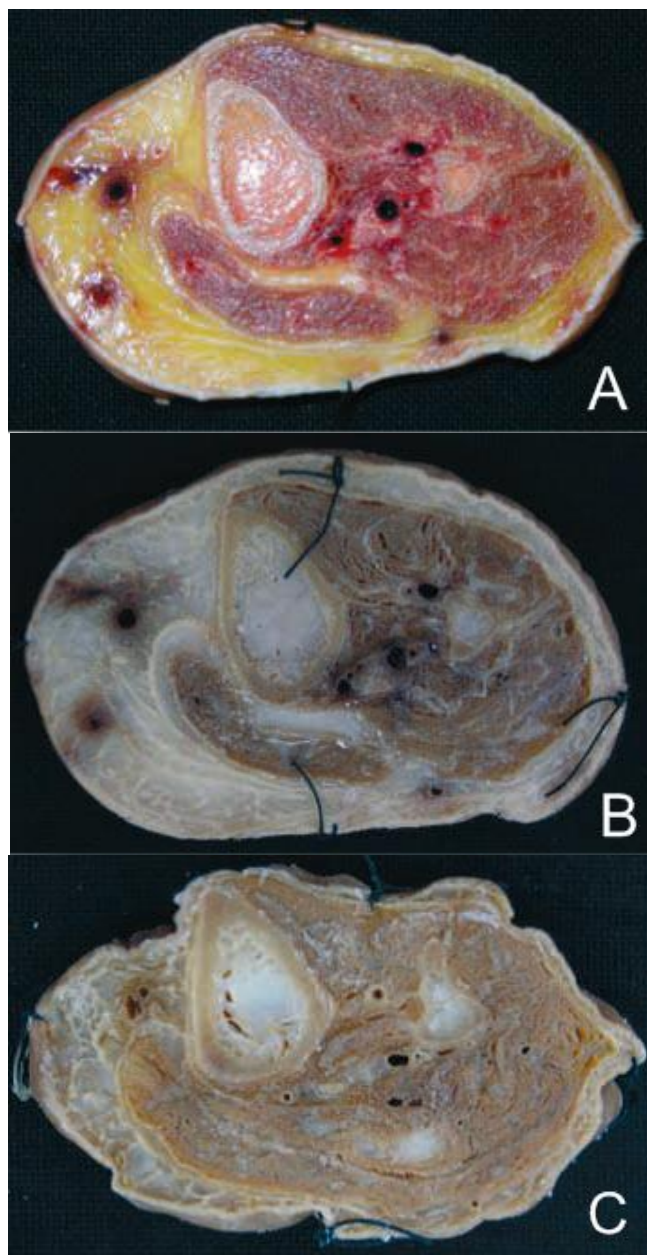
Resina: Es una sustancia de consistencia sólida o pastosa insoluble en agua pero soluble en alcohol puede obtenerse de la naturaleza o ser producto de procesos químicos resultando así un polímero termoestable usado para la elaboración de pinturas, recubrimientos, películas protectoras, entre otros productos.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Isaza, Óscar; Jiménez, Ricardo. Iatreria [en línea]. Marzo-2005. [Fecha de acceso octubre 2012]; 18 (1); 8. Disponible en:
http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0121-07932005000100008&script=sci_arttext
2. Concha, Ismael. Técnicas anatómicas [anato.cl]. 2006 [Fecha de acceso noviembre 2012]. Disponible en:
<http://www.anato.cl/etecnica/clasesvideos/Sylltecanat06.pdf>
3. Whalley, Angelina. Body Worlds, Exhibición anatómica de cuerpos humanos reales. [universum.unam.mx] 2010 [Fecha de acceso enero 2013]. Disponible en:
http://www.universum.unam.mx/bodyworlds/assets/pdf/guia_estudiante_mx.pdf
4. Valdés, F; Vega, E; Valenzuela, M. [Scielo.cl] Septiembre-2010. [Fecha de acceso julio 2013]; 28 (3); 4. Disponible en:
http://docsfiles.com/pdf_3_t_cnicas_de_estudio.html
5. Reyes-Aguilar, M. Anatomía Humana y plastinación. [mediagraphic.com] México, mediagraphic . 2007 [Fecha de acceso mayo 2013];10 (1); 6. 34:39. Disponible en: <http://www.medigraphic.com/pdfs/bmhfm/hf-2007/hf071f.pdf>
6. Rodríguez, Mónica. El proceso de plastinación. El universal, Venezuela. Septiembre-2010 [El Universal Online, S.A. de C.V.] [Fecha de acceso noviembre 2012].
7. Bravo, Hermes. Plastinación, una Herramienta Adicional para la Enseñanza de la Anatomía. [Int. J. Morphol]. 2006; 24 (3):475-480. Disponible en:
http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-95022006000400029&script=sci_arttext

ANEXOS

Anexo N° 1



Anexo N° 1: Muestras de medallones de miembros inferiores humanos; A: Pieza fresca. B: Pieza plastinada con la Técnica de la Universidad de Los Andes. C: Pieza plastinada con la Técnica de la Universidad de Murcia. Valdés, F; Vega, E; Valenzuela, M. 2010.

Anexo N° 2



Anexo N° 2: Muestra humana plastinada en la Universidad de los Andes, Santiago de Chile.
Concha, Ismael. 2006.

Anexo N° 3



Anexo N° 3: Cerebros plastinados en silicona. La imagen de la izquierda muestra vasos arteriales que fueron inyectados con látex coloreado previo a la fijación del tejido. Bravo, Hermes. 2006.

