

ARTÍCULO

La plastificación en la Universidad Nacional de Colombia – Primera parte

Jaime Alfonso Beltrán Guerra

Profesor Asociado – Unidad de Anatomía y Embriología – Departamento de Morfología
Facultad de Medicina – Universidad Nacional de Colombia
jabeltrang@unal.edu.co

La plastificación en la Universidad Nacional de Colombia – Primera parte

Resumen

La plastificación representa un significativo aporte a la docencia tanto en el pregrado como en el posgrado, para aquellos interesados en el área de la conservación de cadáveres. Y beneficia directamente a los estudiantes y a los investigadores en la anatomía, porque cambia la experiencia de aprendizaje en el laboratorio de anatomía, haciéndola más confortable y perdurable. En este artículo se presenta la primera parte de la experiencia en plastificación del Departamento de Morfología de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional de Colombia.

El éxito de esta empresa, no hubiera sido posible sin el apoyo de los profesores del departamento y el entusiasmo y dedicación de los diferentes grupos de estudiantes que participaron en el proyecto.

Palabras clave

Plastificación, Von Hagens, resinas, plásticos, polímeros, glicerina, polímeros

DEFINICIÓN E HISTORIA DE LA PLASTIFICACIÓN

La plastificación es una técnica relativamente reciente, desarrollada en los últimos veinticinco años, que permite la conservación de piezas de origen biológico embebida en material plástico.

El uso de la plastificación aporta una mayor durabilidad, baja contaminación química o biológica y sin duda cambia el concepto de manipulación de elementos anatómicos por todas las personas interesadas.

A diferencia de los procedimientos

anteriores, las piezas finales son estructuras secas, de bajo poder contaminante, que no liberan sustancias irritantes. Todos los tipos de tejidos son igualmente preservados. Incluso tejidos como el tejido nervioso conservan su estructura. A diferencia de otras técnicas húmedas como la preservación de formalina no permite la disección en las piezas finales, pero sí permite la conservación definitiva de múltiples estados de disección de las estructuras anatómicas.

La técnica fue pacientemente desarrollada para la preparación de cadáveres humanos y sus partes por el Doctor Ghunter von Hagens en la universidad de Heidelberg en el lapso de los años 1979 y 1984. El objetivo final era la infiltración con plástico de los tejidos. Durante su desarrollo se llegó al diseño de un proceso similar a la liofilización que permitía el reemplazo del agua tisular por resinas plásticas. Sin embargo en el interior de este planteamiento fueron apareciendo numerosos procesos intermedios para obtener el objetivo final.

El primer problema a resolver fue lograr la fijación de las muestras biológicas; inicialmente se incorporó un proceso corto de inmersión en formalina pero que prescindía del uso complementario de la glicerina. La glicerina debe recordarse, posee propiedades antimicóticas y proporciona a las piezas una consistencia adecuada para la disección.

En segundo lugar, debía deshidratarse el tejido con un solvente que no distorsionara los tejidos. Aquí se

introdujo un proceso de deshidratación secuencial muy similar al utilizado para la preparación de muestras histológicas. Von Hagens propuso el uso de la acetona, dadas sus características para los procesos siguientes. En la deshidratación secuencial se inicia con soluciones del 50% y luego las muestras son trasladadas a soluciones con concentraciones mayores en un 10 % a la anterior hasta finalizar con soluciones del 100%.

De igual forma, se realizaba la extracción de la grasa exponiendo las muestras al cloruro de metileno, paso que se convirtió en indispensable para la manipulación del tejido nervioso.

El paso crucial era la impregnación al vacío con una resina plástica que reemplazaría el solvente de la deshidratación. La resina por esta razón debería permanecer líquida a la temperatura ambiente y sin embargo, polimerizar también a dicha temperatura, pero idealmente, no hacerlo espontáneamente sino en presencia de un acelerante. Para poder realizar la impregnación era necesario que el deshidratante que poseía la pieza, tuviera una alta presión de vapor para ser extraído en forma preferente por un circuito de vacío. Por esta razón Von Hagens prefirió el uso de la acetona como deshidratante.

Una vez finalizado el proceso de impregnación que debía ser realizado lentamente para evitar la distorsión de las estructuras anatómicas, se expondría la pieza al acelerante vaporizado, de manera que a una temperatura ambiente se

polimerizara.

El éxito de Von Hagens fue incuestionable; pudo plastificar desde secciones de órganos hasta cuerpos enteros. Adicionalmente propuso métodos alternos con resinas epóxicas, impregnación, e inmersión en plástico de secciones. Esto le permitió hacer varias exposiciones científicas y al público en general, que si bien fueron cuestionadas por motivos éticos, como por el uso de cadáveres humanos para posar escenas más allá del legítimo estudio científico, demostraron sin embargo, una gran fidelidad anatómica y excelencia técnica.

Así mismo se crearon centros en diversas universidades del mundo que replicaron el proceso patentado por Von Hagens, usando las resinas y polimenzantes que él distribuía. Este fue el origen de la sociedad internacional de plastificación y de la revista de la sociedad. Paralelamente fueron desarrollándose las diferentes aplicaciones de la técnica y del material plastificado.

Pero la plastificación no estaba libre de inconvenientes; la deshidratación con base en acetona, hacía que el procedimiento fuera sumamente costoso, sin contar con los problemas de volatilidad y el riesgo de explosión de la acetona. El cloruro de metileno también es explosivo, sumamente corrosivo para la infraestructura de la plastificación y de alto riesgo para las personas involucradas en su manipulación. Por otra parte, la dependencia de las resinas y polimenzantes proveídas inicialmente

desde Alemania, hacían excesivamente onerosa la preservación mediante plastificación.

Para superar estos problemas, diferentes investigadores comenzaron a proponer alternativas, como Peter Ocello quien en Michigan propuso el uso del 1,1,1 tricloroetano como deshidrantante y desengrasante, y patentó el uso de la resina divinil polidimetil síloxano catalizada con platino. En Italia surgió un nuevo proveedor de resinas VISDOCTA. El grupo neozelandés ha propuesto la deshidratación mixta con alcohol etílico y acetona. Y otros investigadores proponen sistemas de reciclaje de la acetona.

LOS PLÁSTICOS ⁽⁶⁸⁾

Los plásticos son polímeros de unidades repetitivas, dichas unidades están constituidas por moléculas orgánicas. Hay una gran cantidad de plásticos sintéticos y unos pocos naturales como el caucho.

Los plásticos actuales pueden contener incluso diversos polímeros para obtener una determinada característica; este tipo de plásticos recibe el nombre de copolímeros.

Las características más llamativas de los plásticos son:

1. Facilidad de moldeo, que les permite adoptar las más variadas formas y presentaciones
2. Baja densidad, lo cual los hace

materiales muy livianos

3. Resistencia a la corrosión y a los químicos, característica que se aprovecha para envasar y manipular este tipo de elementos
4. Aislamiento eléctrico y térmico. Su baja conductividad se aprovecha ampliamente en la construcción y la ingeniería. En esta cualidad, los plásticos superan a los metales
5. Flexibilidad que permite su aplicación donde los materiales rígidos son bastante vulnerables
6. Elasticidad y amortiguamiento
7. Limitación de sus propiedades en relación a la temperatura. Variable para cada tipo de plástico, lo que delimita sus rasgos de aplicación
8. Resistencia mecánica dependiente del tiempo, que los hace menos confiables para soportar carga que los metales.

Los polímeros tienen una disposición fibrilar; las fibras se disponen irregularmente, en forma enmarañada. Las propiedades de los plásticos dependen en gran parte de las relaciones de las fibras poliméricas entre sí. La estabilidad del material depende de si forman estructuras cristalinas o amorfas.

Estas disposiciones se relacionan en muchos casos con la temperatura y con las relaciones entre los polímeros. Dado que las moléculas individuales o monómeros que componen los polímeros

son moléculas orgánicas, la posición de sus radicales laterales o la regularidad de su disposición en el polímero alteran las cualidades globales del elastómero.

Los plásticos pueden clasificarse de acuerdo a los procedimientos necesarios para obtener los productos necesarios; pueden dividirse en termoplásticos y termoestables.

Los termoplásticos se caracterizan porque se funden para moldearse de manera que al endurecer se solidifican. Tienen la ventaja de poderse reutilizar los desperdicios y siendo su estado reversible.

Los termoestables son líquidos o gomosos y endurecen por reacción química de forma irreversible; sus desechos son difícilmente recuperables. Requieren un aditivo endurecedor que induce enlaces cruzados entre cadenas de polímeros. Las resinas plásticas líquidas de tipo termoestable son poliésteres poliinsaturados que se disuelven en estireno y pueden ser reforzadas con fibra de vidrio.

Los compuestos termoestables se presentan en varios grupos:

1. Resinas de formaldehído
2. Resinas de urea formaldehído
3. Resinas de melamina formaldehído
4. Resinas epóxicas
5. Siliconas
6. Dialilftalato
7. Poliésteres insaturados

POLIMEROS COMUNES

MONOMERO	POLIMERO
Metilmetacrilato	Polímero de metilmetacrilato PMMA
Acrilonitrilo	Cauchos
Cloruro de vinilo	Cloruro de polivinilo
Estireno	Poliestireno
Etileno	Polietileno
Acido acrilico	Acrilatos
Bisfenol A	Resina epóxica
Butadieno	Polibutadieno

Figura No. 1 Los polímeros más comunes

Las resinas son combinaciones de ácidos saturados e insaturados que al interactuar con el monómero de estireno y el endurecedor cristalizan a niveles determinados de temperatura.

Las resinas se usan en compuestos en conjunto con aditivos de rellenos, catalizador, acelerantes y lubricantes.

La viscosidad de los polímeros tiene un comportamiento no newtoniano del tipo pseudoplástico, lo cual quiere decir que la viscosidad es cambiante y dependiente de la presión aplicada al polímero y para la mayoría, disminuye con la temperatura. Esta característica debe ser manipulada en los diferentes procesos.

ADITIVOS PARA POLIMEROS

Los aditivos son sustancias que se mezclan con los polímeros para cambiar o acentuar sus propiedades. Se mencionarán enseguida los tipos más

usados.

- Aditivos de refuerzo. Para mejorar la resistencia, como el uso habitual del negro de carbono.
- Aditivo de relleno. Para aumentar la consistencia o aumentar la masa sin aumentar los costos, como el carbonato de calcio y el caolín.
- Aditivos plastificantes para aumentar la flexibilidad como el dioftilalato o el tricresilfosfato.
- Aditivos químicos que generan enlaces cruzados como en el caso del azufre con el caucho.
- Aditivos poliméricos. Para modificar las propiedades del material
- Aditivos de expansión. Que liberan gases y producen texturas tipo

espuma como el bicarbonato de sodio.

- Aditivos antioxidantes, que impiden el ataque del oxígeno.
- Aditivos, estabilizadores térmicos que estabilizan los materiales frente a la temperatura.
- Aditivos antiozonantes los cuales protegen el plástico del ataque del ozono.
- Aditivos protectores anti-ultravioleta. Que absorben determinadas longitudes de onda para evitar la degradación de los polímeros
- Aditivos antiestáticos. Para evitar la generación de cargas eléctricas.
- Aditivos lubricantes internos o externos. Los cuales facilitan el manejo de las mezclas para su manipulación por la maquinaria.

EL PROCESO DE LA PLASTIFICACIÓN

La técnica de plastificación con silicona S-10 consta de varios procesos o fases: Fijación, deshidratación, desengrase, impregnación y curación. (62,65)

FASE I. LA FIJACIÓN

La fijación de las piezas anatómicas se realiza en solución de formalina al 2,5 y 10% preferiblemente a bajas temperaturas (recomendada a 4 °C). (19,32)

La solución recomendada por el grupo neozelandés es la siguiente (8,9):

- 300 gramos de Nitrato de potasio
- 150 gramos de Acetato de potasio
- 200 mililitros de Formol
- 800 mililitros de Agua

No se aconseja el uso de glicerina en esta solución de conservación y si el material fue tratado con este químico, debe ser tratado con peróxido de hidrógeno.

La solución preferida consiste en Acetona pura en un 95% y Formol al 5% en una temperatura de -25°C.

Finalmente, a la fase siguiente debe realizarse enjuague en agua por 24 horas.

FASE II. DESHIDRATACION

Es el proceso en el cual se extrae el agua del material en proceso. Se usan soluciones concentradas de Acetona a temperatura de -25 °C.

El proceso es lento, mínimo de 3 semanas y se realiza en soluciones de concentraciones crecientes hasta finalizar en acetona del 100%. La concentración es controlada con acetónmetro calibrado 90 - 100 a 20 °C y cualitativamente con la coloración de la solución; el tono amarillo indica la necesidad del cambio de la solución. La última solución del 100% es mantenida a temperatura ambiente y el cambio de temperatura se hace gradualmente suspendiendo la congelación. Los tiempos recomendados para las soluciones de acetona son los siguientes (32,48):

1. solución del 90% 2-3 semanas
2. solución del 94 - 97% 2 semanas
3. solución del 100% 1 semana

Es posible reciclar las soluciones de acetona para aumentar la eficiencia del proceso. La deshidratación culmina cuando la solución de acetona permanece estable por 3 días. Como proceso de deshidratación alternativo, se recomiendan soluciones crecientes de Etanol en la siguiente secuencia: 50, 60, 70, 80, 90 y 100% luego la pieza anatómica es sumergida en solución de acetona al 100% a temperatura ambiente (la acetona es explosiva a 19 °C). Esta alternativa no es útil en el caso de los encéfalos. Debido a la volatilidad y a la capacidad de la acetona de formar mezclas explosivas con el aire, el proceso debe hacerse en un área con las respectivas medidas de seguridad. (3).

FASE III. DESENGRASE

En esta fase se elimina la grasa del espécimen. Se realiza a 20 °C en una instalación con adecuada ventilación, debido a que el cloruro de metileno utilizado para este efecto, es volátil. La manipulación requiere el uso de guantes y mascarilla con protección para gas. La duración es en promedio de 1 a 3 semanas. (27,35)

FASE IV. IMPREGNACION

Es el proceso para introducir dentro del espécimen la silicona. La impregnación es forzada con bomba de vacío y se realiza lentamente a -25 °C. La impregnación se hace con bomba de vacío con una salida

de 6 litros por minuto. El proceso debe iniciarse tan pronto culmina el desengrase. La secuencia de presión es la siguiente. (17,35)

Semana 1	50 mm Hg
Semana 2	15 mm Hg
Semana 3	5 mm Hg
Semana 4	0 mm Hg

La impregnación puede apoyarse con la infiltración directa de los polímeros. La silicona usada debe ser de baja viscosidad que polimerice a temperatura ambiente. (41)

Las sustancias propuestas por Von Hagens en el proceso de impregnación con S-10, S6 marcas registradas de Biodur. Su composición no fue publicada hasta el 2004, cuando Chaynes y Mingotaud caracterizaron dichas sustancias por medio de las técnicas de resonancia magnética multinuclear, espectroscopia infrarroja y cromatografía de exclusión. Las conclusiones de Chaynes y Mingotaud del Laboratorio de anatomía de la Universidad de Toulouse fueron:

1. El S-10 es una silicona del tipo polidimetilsiloxano con peso de 27200.
2. El S-6 es un tetraetoxisilano, que necesita manipulación cuidadosa por toxicidad de sus vapores.
3. El S-3 como catalizador es una mezcla del dibutil, estaño, dilaurato y ácido oleico

FASE V. CURADO

Se realiza a temperatura ambiente con el polimerizante por cerca de 6 semanas, puede ser acelerado al usar bomba de acuario en la cámara por 2 o 3 semanas. Se usa cloruro o sulfato de calcio como absorbente. (27,35)

El curado con gas se acelera con ventilador a temperatura ambiente. Previo al curado debe realizarse la fijación de los especímenes en posiciones anatómicas y la separación de los planos con hojas plásticas. Las condiciones de curado deben ser normatizadas dado que las aminos presentes en el tejido se comportan como acelerantes. (62,65)

INFRAESTRUCTURA Y EQUIPAMIENTO

AREA

El área necesaria para la técnica de la plastificación debe estar bien ventilada, con una instalación eléctrica suficiente para los equipos de refrigeración y bomba de vacío. (4,29,38,45)

EQUIPAMIENTO

- Refrigerador para deshidratación revestido con material anticorrosivo que alcance menos 25 °C.
- Refrigerador para impregnación adaptado a bomba de vacío. Equipado con manómetro y visor para chequear la solución.
- Bombas de vacío: en número de 2, reguladas con dispositivo de

protección para sustancias corrosivas de trabajo continuo.

- Cámara de desengrase.
- Cámara de Curado equipada con un ventilador pequeño y una bomba de acuario para el polimerizante.
- Acetonómetro o densitómetro calibrado.
- Infraestructura para reciclamiento de la acetona.

REACTIVOS

- Acetona de alta pureza
- Alcohol etílico o isopropílico de alta concentración
- Peróxido de Hidrogeno
- Cloruro de Metileno
- Nitrato de potasio
- Acetato de Potasio
- Cloruro de Calcio
- Silicona de baja viscosidad con polimerizante que polimerice a temperatura ambiente.

OTRAS APLICACIONES

Es posible realizar láminas de plastificación, introduciendo las muestras en una combinación de resinas, incluyendo una del tipo acrílico. El tratamiento inicial de la muestra repite la secuencia de acciones para las piezas completas. En primer lugar es necesaria la fijación con glutaraldehído o formaldehído. Una vez fijadas las muestras y según el caso, congeladas, se procede a obtener los cortes.

Posteriormente se realiza la deshidratación combinada de alcohol y

acetona. Es entonces cuando se lleva al proceso de impregnación al vacío. Este conjunto se introduce entre dos láminas de vidrio cubiertas con hojas de teralftalato. Dichas láminas se mantienen en una canastilla a una presión relativamente constante. El objetivo es permitir la polimerización, de tal manera que se genere una lámina sin burbujas de poco espesor que permita la visualización y el estudio de las

estructuras en ella incluidas.

Se han señalado como inconvenientes de la técnica descrita, la formación de burbujas y de líneas límites en las láminas, lo cual se evita en parte con el uso de las cubiertas de polietileno y con la colocación de polímero sin polimerizar separando y alisando las superficies de las muestras.

Referencias

1. Alpár A, Gál A, Kálman M, Patonary L. Local flaps for fingertip injuries plastinated hand specimens in surgery education-6th interim Conf Plast, Rochester, NY, USA, 1999. Abstract in J Int Soc Piastination 1999;14 (2): 35.
2. Amol Siiicon de Cor - tech Pr 10: ensayos iniciales en el humano de James J J Int Soc Plastination ISP vol 14 (2)1999
3. Baptista CA, Bellm T, Plagge MS, Vaiigosky M. The use of the explosion Proof freezzers in plastination are they reality necessary?. J mt Soc Plastinatiofl 1992; 6(1).
4. Bore P, Boyes R, Dower R. Design of lifting gear for a plastination laboratory. Acta Anat 1997; 158: 30-32.
5. Bridgman CF, Humelbaugh FA: Piastic Embedded Teaching Specimens. Medical and Biological llustration 1963; 13: 177.
6. Bright JM, Henry RW. Understanding standar imaging planes for two dimensional, real time echocardiography in the dog aided by piastinated specimens. 6th mt Conf Plast, Kingston, Ontario, Canadá, 1992. Abstract in J Int Soc Plastination 1992; 6(1): 13-14.
7. C.AC.C Entius, J. W. Kuiper, W. Koops y A. De Gast. Una nueva técnica de la colocación para comparar la anatomía seccional del hombro con modalidades de diagnostico seccionales: proyección de imagen de resonancia magnética (mri), tomografía computada (Ct) y ultrasonido. J Int Soc Plastination JISP vol 7 (1) 1993.
8. Cannas M, Fuda P: Plastínation of old formalin-flxed specimens. J Int Soc Plastinatiofl 5(1): 11-15,1991.

9. Cook P, Dawson B. Plastination methods used in Auckland, New Zealand. *J Int Soc Plastination* 1996; 10(1).
10. Cook P, Dawson B. Preparation and Utilization of Bequeathed Bodies in Auckland New Zealand. *J Int Soc Plastination* 1996; 10(1).
11. Crabill EV, Saracco CG. The use, abuse and survival of plastinated dissections in teaching head and neck anatomy. 7th Int Conf Plast, Graz, Austria, 1994. Abstract in *J Int Soc Plastination* 1995; 9 (1): 16.
12. Dantas Prinz RA, Pereira Correia JA, Lage Moraes AM, da Silva AL, Querioz S: Fungal Contamination of plastinated Specimens. *J Int Soc Plastination* 14 (2): 20-24, 1999.
13. De la Cruz Baltazar y, Lyons W, Murray A, Hanlan J. Plastination as consolidation technique for archaeological bone, wet leather and waterlogged wood. 6th Int Conf Plast, Rochester, NY, USA. 1999. Abstract in *J Int Soc Plastination* 1999; 14 (2): 35.
14. Eitel F. Plastination in bone histology. 5th Int Conf Plast, Heidelberg, Germany, 1990. Abstract in *J Int Soc Plastination* 1990; 4 (1): 5-6.
15. Eljack A. Plastinated placentas of domestic animals. 6th Int Cong Plast, Kingston, Ontario, Canada, 1992.
16. Esfandiary E, Sheibanifar M. A simple and economical method in distillation of acetone for a plastination lab. 8th Int Conf Plast, Brisbane, Australia, 1996. Abstract in *J Int Soc Plastination* 1996; 11(1): 10.
17. Fahlmann MTE: an Acetone-Vapor Reducing Method for Freeze-Substitution. *J Int Soc Plastination* 12 (2): 15-16, 1997.
18. Fasel J. The use of plastination technique in surgeon's training. 4th Annual Meeting of the American Association of Clinical Anatomists, Toronto, Ontario, Canada, 1987. Abstract in *Clin and Anat* 1998; 1(1): 64.
19. Fasel J, Mohler R, Lihmann B. Una noticia técnica para la mejora de la técnica E12. *J Int Soc Plastination* 1988; 2(1).
20. Feedback DL, Holliman JH, Papka RE. Plastination of whole animal preparations following histochemistry: in situ localization of enzyme acetylcholinesterase. *J Int Soc Plastination* 1990; 4(1): 20-32.

21. Fiori R, Canass M. Plastination in forensic pathology. 7th Int Conf Plast, Graz, Australia, 1994. Abstract in J Int Soc Plastination 1995; 9(1): 17-18.
22. Frierson H, Walker AN, Jackson RL, Powell S. Technical communication: DNA ploidy analysis of plastinated tissue. J int Soc Plastination 1988; 2(2): 13-16.
23. Fritsch H: Application of plastination in embryological and histological research. 5th int Conf Plast, Heidelberg, Germany, 1990. Abstract in J Int Soc Plastination 1990; 4(1):6.
24. Graf J. Plastination in orthopaedic surgery. 5th int conf plast, Heidelberg, Germany. 1990.
25. Grant Dahmer Notes, Review of the Plastination Technique (S10 Technique). Health Science Center in San Antonio. 1986.
26. Grant Dahmer Plastination of Large Specimens for the Teaching of Anatomy. 3rd International Conference on Plastination.
27. Griffiths injecte los recipientes con el aire comprimido que usa el epoxy y una plantilla JISP vol 1 (2) 1998.
28. Grondin G, Gronding GG, talbot BC: the use of the siliconcone specimens for light and electron microscopy. 7 th int conf plast, kington Ontario Canada 1992. Abstract in j int Soc Plastination 6 (1): 32, 1995.
29. Grondin G, Henry RW, Janik L, Bérubé S. Reclamation of acetone in plastination laboratories: A simple and inexpensive method. Acta Anat 1997; 158: 26-29.
30. Grondin G, Olry R. Vascular Patterns of Platinated Human Hands with Special Reference to Abnormalities of the Arterial Palmar Arches. JISP 1996; 10 (1).
31. Gronding GG: acetone reecyding 4th interim conf plast, Columbus, OH, USA, 1995.
32. Gubbins B: plastination at Queen's: what worket and what did not. 6th Int Conf Plast, Kington Ontario Canada, 1992 6 (1); 9,1992.
33. Haffajee MR. Matura G: Prenatal Grow as Show by plastinated specimens. 4th Int Conf Plast, macom, Georgia, USA, 1988.
34. Harmon C. Bickley, DDS, PhD: Plastination: A New Technique for Anatomic Pathology and Forensic Science.

35. Harmon C. Bickley, DOS, PhD; Gunther von Hagens, Dr med; Frank M. Townsend, MD: An Improved Method for the Preservation of Teaching Specimens. Arch Pathol Lab Med-Vol 105, Dec 1981.
36. Henry RW Reed R, Hromis G, Lane A: Injecting ureters and renal vessels RTV silicone of the plastination of kidney. 6th interim Conf plas Plast, Rochester NY, USA, 1999. Abstract in J int Soc Plastination 14 (2) 30-31, 1999.
37. Henry RW: plastination of large specimens. 3rd Int Conf Plast, mobile, AL, USA, 1993. Abstract in J int soc plastination 8(1): 22,1994.
38. Henry RW: Safety in plastination laboratory. 1 st interrim Conf Plast, knoxville, TN, USA, 1989
39. Henry RW: the art of plastination preservation of biological specimens for the 21th Century. What we can expect, how much it cost? Summer conference of AAVA, Blackburg, VA, USA, 1998. Abstract in Proceeding of the Scientific Program of the American Association of Veterinari Anatomists. 1998.
40. Holladay SO. Características especiales y ventajas del secador plastinators de la helada. JISP 1988; 2(2).
41. Kularbkaewi C, de Peter C, Yutanawiboonchai W, Von Hagens G. Especímenes de la patología de plastinated en la temperatura ambiente en Tailandia. JISP 1996; 11(1).
42. Lischka M, Prihoda M: Stablishing and operating a plastination laboratory at the institute of anatomy, university of Vienna. J int Soc Plastination 1 (1): 12-16, 1987.
43. Mathura G, Satyapal kS. Búsqueda para la transparencia en la piastination. J Int Soc Plastination 2000; 15(1).
44. McQuillen PM, LeGrande YD, Hahn MB, Wade RS: Use of plastinated anatomical preparations in teaching regional anesthetic techniques. J Inc Soc Plastination 8 (1):15-18, 1994.
45. Michael T.E. Fahlman una acetona - vapor que reduce el método para la congelación - sustitución JISP vol 15 (2) 1997
46. Michael Wu y Perter Haase plastination de los especímenes de neuroanatomical: hace congelar antes de la disección da una distinción mejor entre las zonas y de la fibra de los núcleos JISP vol 11(1)1996.

47. Ming, E. Subarachnoid Zhang una técnica para preservar el espacio y su contenido e un estado natural con diversos colores po - Chungkin JISP vol 14 (1) 1999.
48. Mircea - Constantin Sora Peter Brugger el cerebro p 40 rebana plastination usando el metanol para la deshidratación JISP vol 15(1)2000.
49. Müller A, Guhr A, Leucht W, von Hagens G: multicentricity of breast cancer. Results of a study using plastination of mastectomy specimens. J Inc Soc Plastination 3 (1): 8-14, 1989.
50. Nerantzis C, Antonakis E, Avgoustakis O. A New Corrosion Casting Technique. Anat Rec 1978; 191: 321-326.
51. Pereira JA, Dantas RA, Benavides de Freitas EC, Antunes LH. Labelling and Storing plastinated speamens - an experiense from the University Federal do Río de Janeiro. JISP 1998; 13(2).
52. Pretonus WF: Formula for embalming of cadavers for student dissection an the modification thereof for plastination. J mt Soc Plastination 9 (2): 28-30, 1997.
53. Resh KDM, Pemeczky A: Use of plastinated crania in neuroendoscopy . J Int Soc Plastination 8 (1): 12-14, 1994.
54. Ripani M, Bassi A, Perracchio L, Boccia ML, Tomaselli G, Giacomelli L, Messinett 5, Marinozzi G: Comparative analysis of a plastination specimen and clinical diagnostic images. J Int Soc Plastination 8 (1): 12-14, 1994.
55. Ripani M, Bocaa L, Cervone P, De vargas Macciucca M: Light microscopy of plastined tissue. Can plastinated organs be considered viable for structural observation?. J mt Soc Plastination 11(19): 28-30, 1996.
56. Shibata S, Manabe T, Yamashita K. Kajita H: Role of the Medical Museum in the Teaching Medical Students. Arch Pathol Lab Med 115:539-543, 1991.
57. Sivrev D, Kayriakov J, Trifonov Z, Djelebov O, Atanasov M: Combined Plastination methods for preparation of improve ophthalmologic teaching models. J Int Soc Plastination 12 (2): 12-14, 1997.
58. Sora, peter Brugger, y Hannes Traxler de la impregnation P 40 plastination de las rebanadas humanas del cerebro: comparación entre las diversas inmersiones y condiciones Mircea Constantin JISP vol 14 (1) 1999.

59. Tiedemann K. Un empalme silicon - impregnado de la rodilla como modelo natural para artroscopia. J Int Soc Plastination 1988; 2(1).
60. Tiedemann K, Egerer G. Vascularization and glomerular ultrastructure in the pig mesonephros. Cell Tissue Res 1984; 238:165-175.
61. Tiedemann K, Egerer G: Vascularization and glomerular ultrastructure in the pig mesonephros. Cell Tissue Res 238:165-175, 1984.
62. Tiedemann, K. And Von Hagens, G: The Technique of Heart Plastination. Alan R.Liss, Inc.1982
63. UCI Willard Body Program: Introduction to Medical School Embalming.
64. Von Hagens, G: Impregnation of soft Biological specimens with Thermosetting Resins and Elastomers. Anat. Rec. 194: Pág 247-256. 1979.
65. Von Hagens G. Polymers for Plastination. Biodur Heidelberg 1985.
66. Weiglein AH. Plastination in neurosciences. Acta Anat 1993; 158(1): 32-35.
67. Weiglein AH. Plastination in the neurosciences. Acta Anat 1997; 158: 6-9.
68. Morton-Jones D. H. Procesamiento de plásticos Editorial Limusa, 5 A de CV grupo noriega editores 2004 México
69. Brier, B Thoroughly a modern mummy Archaeology 2001 vol 54 (1): 44
70. Cardenas, Felipe La momia de Pisba Boletín del Museo del Oro 1990 27
71. Llagostera Agustín Patrones de momificación chinchorro en colecciones Uhle y Nielsen, Revista de Antropología Chilena 2003 vol35(1):5-22
72. Las momias de la Laguna National Geographic 1999 vol5 (5)
73. Congeladas en tiempo Nacional Geographic 1999 vol5(5)
74. Niessebaum, Arie Molecular archaeology: organic geochemistry of Egyptian mummies Journal of Archaeological Science 1992 vol 19(1) 1-8
75. Massachusetts Toxics Use Institute formaldehído

76. Chaynes p., Mingotaud, A. F. Análisis of Comercial plastination agents Surg Radiol Anat 2004 26235-238

VIDEO TAPE

Cook P, Bamett R. Practical applications in Plastinaaon. An informative and comprehensive video tape presenting each of the major plastination techniques in a olear, step by step formal. Departaments of Anatomy, university of Auckland and University of Otago, New Zeland, 1996. 90' de duración.

