ACTA DE MADRID 2015

SOBRE INSTALACIONES Y ENTORNO DE UNA SALA DE DISECCIÓN



ANFITEATRO MATRITENSIS. Grabado de Matías de Irala para el libro *Anatomía completa del hombre*, 1728, de Martín Martínez

SOCIEDAD ANATÓMICA ESPAÑOLA

Universidad Complutense de Madrid, 7 de febrero de 2015

PRESENTACIÓN

En marzo de 1996 se celebró en Barcelona el "*I Simposium sobre instalaciones y entorno de una sala de disección moderna*" bajo los auspicios de la Sociedad Anatómica Española, siendo entonces el Secretario General de nuestra Sociedad el Profesor D. Ricardo Vázquez Rodríguez de la Universidad de Salamanca.
Ese *Simposium* dio origen al documento que se denominó "Acta de Barcelona" y que sirvió, como punta de bisturí, para modernizar muchas de nuestras instalaciones y modificar hábitos relacionados con las salas de disección (www.sociedadanatomica.es).

Sin embargo, todo evoluciona, y tras 18 años, la Junta Directiva de la Sociedad Anatómica Española ha considerado oportuno realizar un II *Simposium* en el marco de lo que conocemos como Jornadas de Docencia SAE.
Este II *Simposium* se celebró el día 7 de febrero de 2015 en la Facultad de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid y, al igual que el de Barcelona, estaba dirigido no sólo a profesores de anatomía sino también a todos los técnicos que trabajan en nuestros departamentos, y en general, a todas las personas interesadas en el tema. En total asistieron 123 personas de las que 31 eran técnicos de disección procedentes de casi todas nuestras Universidades, peninsulares e insulares.
Dos fueron los objetivos perseguidos en este evento, por un lado, mediante el sistema de conferencias y mesas redondas, tratar todos los temas de interés asociados a las salas de disección y su entorno. Y, finalmente, oídas las contribuciones de todos los asistentes y analizadas éstas por los ponentes, elaborar el documento "Acta de Madrid 2015", que será puesto a disposición de todos los socios de la SAE en su página web para su descarga y consulta.

El Comité organizador, quiere agradecer al Excmo. Sr. Rector Magfco. D. José Carrillo Menéndez y a la Ilma. Sra. Vicerrectora Dña. Mercedes Molina Ibáñez que detectasen la necesidad, para todos los anatomistas españoles en general y para la Universidad Complutense en particular, de celebrar este evento. Al Ilmo. Sr. Decano de la Facultad de Medicina D. Jose Luis Álvarez-Sala Walther y a la Sra. Gerente General de la Universidad Complutense de Madrid Dña. Begoña Aísa Peinó su apoyo incondicional para que este II *Simposium* tuviese lugar.

Finalmente queremos agradecer a todos y cada uno de los ponentes su colaboración desinteresada para hacer del mismo algo fructífero y con proyección de futuro y a los asistentes, sin cuyas aportaciones este documento habría carecido de espíritu crítico.

El Comité organizador

Comité Organizador:

Presidente: T. Vázquez.

Vocales: J.R. Sañudo, J.F. Rodríguez-Vázquez, F.J. Valderrama, F. Viejo, A. Peña, A. Hidalgo, I. Delgado, A. Pascual-Font.

Secretaria: E. Maranillo.

PRESENTACIÓN DEL PRESIDENTE DE LA SAE

La disección cadavérica fue el primer método científico utilizado por el saber médico para el desarrollo global de las ciencias médicas, y nos permite estudiar el cuerpo humano en su conjunto, parcialmente y con sus variaciones, lo que le da una importancia fundamental como fuente de conocimiento para saber cómo es el cuerpo.

La disección tradicional, da al estudiante de grado o de postgrado y al anatomista la experiencia necesaria para comprender y apreciar la variedad natural y normal de la estructura corporal humana, cuya comprensión es crítica para realizar el diagnóstico, aplicar tratamientos y entender las imágenes de diagnóstico.

Es un principio general que los humanos tendemos a despreciar lo que ignoramos, a la vez que sobrevaloramos lo que conocemos. No obstante, es de justicia reconocerle a la disección su valor como elemento docente crítico y principal en la formación y desarrollo del conocimiento médico y de la formación profesional en medicina y en las profesiones reconocidas como sanitarias o de ciencias de la salud.
A los anatomistas, lógicamente, nos preocupa el tratamiento de los cadáveres para su uso docente e investigador así como el entorno y las infraestructuras necesarias para nuestro trabajo.

La Sociedad Anatómica Española, desde hace más de 20 años se ha preocupado por estas condiciones y por conseguir instalaciones y mejores métodos de preparación de los cadáveres para desarrollar la labor docente e investigadora de los anatomistas y de los técnicos asociados a los laboratorios de disección.

En 1996, a iniciativa del profesor Vázquez Rodríguez, entonces secretario general de la sociedad, se redactó el Acta de Barcelona que recogía las conclusiones del primer *simposium* sobre instalaciones y entorno de una sala de disección moderna.
Muchos de los problemas detectados entonces siguen hoy vigente. Si entonces se trataba de recoger sugerencias y posibles alternativas como solución a dichos problemas, hoy tras celebrarse en Madrid el 7 de febrero de 2015 el segundo *simposium* sobre instalaciones y entorno de una sala de disección moderna, se elabora la que llamaremos Acta de Madrid, que recoge los protocolos de actuación que permitan realizar el trabajo

de forma segura y científicamente correcta dentro de los laboratorios de disección, en la idea de que sean admitidos y adoptados por todos ellos.

Es cierto que algunas sustancias utilizadas son potencialmente peligrosas, pero no es menos cierto que son las mejores y que, por poner un ejemplo, el empleo de radiaciones ionizantes es peligroso y no por ello se dejan de hacer exploraciones radiológicas sino que van a más. Lo que hay que hacer es conocer el alcance del peligro en profundidad, adecuar las instalaciones para su uso y adoptar protocolos que conduzcan a que las condiciones en las que se manejen no sean perjudiciales para la salud.
Con ese espíritu la Sociedad Anatómica Española pone el Acta de Madrid a disposición de los profesionales de la Anatomía, del público en general, de los medios de comunicación y de las autoridades competentes en la materia.

Prof. Dr. José Carretero
Catedrático de Universidad de Embriología y Anatomía Humana
Universidad de Salamanca
Presidente de la Sociedad Anatómica Española

RESUMEN

El Acta de Madrid 2015 está dividida en cuatro grandes bloques (11 capítulos) que aspiran a actualizar los aspectos más relevantes relacionados con la donación y trazabilidad del cadáver.

1. Aspectos éticos y legales

Se propuso un decálogo en el quedaron recogidos los derechos del cadáver.

Se estableció la necesidad de que todo el personal relacionado con el proceso de donación, recepción, preservación y uso del material cadavérico, así como el que se encuentre implicado en la eliminación de los residuos derivados, se comprometa con un Código ético que contemple estos derechos.

Se hizo constar que el proceso de donación del cuerpo es un acto absolutamente altruista y generoso; independiente de la situación económica de cada momento.

Referencia a la publicación: Debunking myths and building realities: Human body donation in times of crisis. Eur J Anat, 16 (2): 163-166 (2012)

Se recomendó que en los todos centros de donación de cadáveres existiera algún elemento (monumento, placa, etc...) de agradecimiento a los que donan su cuerpo a la Ciencia.

2. Riesgos laborales

Se propuso la búsqueda de nuevas fórmulas para la conservación, procesamiento y uso del material cadavérico con el mínimo riesgo para los trabajadores y estudiantes.

Se precisaron los riesgos derivados de las condiciones de seguridad, higiene, y ergonomía así como los riesgos psicosociales sobre los que se hizo especial énfasis; solicitándose que todos ellos sean tenidos en cuenta tanto en la adaptación, como en la creación de nuevos espacios de trabajo

3. Protocolos

Se establecieron los modelos de Acta de Donación, Acta de traslado y cesión y Acta de renuncia; incidiéndose en que la finalidad de este acto queda restringida a la Docencia y la Investigación.

Se establecieron los protocolos de recepción, preservación y uso de material cadavérico así como la retirada de residuos.

Se concluyó la necesidad del uso de material cadavérico humano en la formación de los Profesionales de Ciencias de la Salud y afines tanto en el Grado como en la Formación Continuada.

Se recomendó la acreditación de la Calidad de la Formación Continuada realizada en material cadavérico a través de la Comisión de Formación Continuada de las

Profesiones Sanitarias de ámbito estatal; así como la necesidad de solicitar la homologación de procesos de acreditación entre instituciones diferentes de la Administración Pública.

Se propuso la realización de un curso de formación continuada dirigido al personal técnico que se realizará en la Universidad Complutense de Madrid en colaboración con la Sociedad Anatómica Española.

Se convino la necesidad de adaptar la existencia de depósitos legales de cadáveres a las necesidades reales de cada centro contemplándose la posibilidad de la creación de un menor número de depósitos de cadáveres que garanticen la cobertura a un territorio determinado

4. Técnicas anatómicas: recuperación ósea y plastinación

ÍNDICE

Capítulo 1 Aspectos éticos y legales de la donación de cadáveres

F. Doñate (UPV)……...**Página 1**

Capítulo 2. Seguridad e Higiene en el Trabajo I: Control de la exposición a Formaldehido y otros agentes químicos.

D. Manuel Bernaola Alonso (Centro Nacional de Nuevas Tecnologías, Instituto Nacional de Higiene y Seguridad en el Trabajo)……..**Página 9**

Capítulo 3. Seguridad e Higiene en el Trabajo II: Riesgos laborales generales del trabajo en salas de disección

D. Javier Sánchez (UCM)……...**Página 17**

Capítulo 4. Seguridad e Higiene en el Trabajo III: Diseño de una sala de disección moderna

A. Letón (UCM)……..**Página 29**

Capítulo 5. Ficha y carnet de donación.

JF Rodríguez Vázquez (UCM)……...**Página 34**

Capítulo 6. Recepción, preservación, mantenimiento y retirada de cadáveres y restos humanos para la actividad docente e investigadora

F Valderrama (UCM)……..**Página 39**

Capítulo 7. La técnica de disección.

E Maranillo (UCM)…….**Página 46**

Capítulo 8. Postgrado y Formación continuada.

T Vázquez (UCM)……....**Página 49**

Capítulo 9. Experiencia en la Gestión de la Sala de Disección de la Facultad de Medicina de la Universidad de Barcelona.

Marià Monzó (UB)……...**Página 53**

Capítulo 10. Técnicas de recuperación osteológica.

F Pastor (UVA)……...**Página 54**

Capítulo 11. La plastinación.

R. Latorre (UM)……..**Página 58**

CAPÍTULO 1.

ASPECTOS ÉTICOS Y LEGALES DE LA DONACIÓN DE CADÁVERES

Francisco Doñate y Oliver. Catedrático de Anatomía y Embriología Humanas. Universidad País Vasco (UPV/EHU)

La ética médica es tan antigua como la Humanidad y se ha ido conformando por la conjunción de

- Normas tradicionales transmitidas a través de los siglos
- Preceptos religiosos y morales
- Aportaciones de escuelas médicas a través de la historia que conjuntamente han ido construyendo un "código de conducta".

Algunos de estos "códigos de conducta", que han guiado la práctica médica a lo largo de la historia son reflejo de la sensibilidad ética ante los problemas médicos. Entre ellos tenemos:

- "Juramento de Hipócrates" en la civilización occidental
- "Juramento de Iniciación" del Siglo I en la civilización hindú
- "Juramento de Asaf" del siglo III-IV, en la cultura hebrea
- "Oración de Maimónides"
- "Consejo de un Médico" del siglo X en el mundo árabe.

Históricamente, el cadáver humano ha sido un elemento fundamental en la Enseñanza de la Medicina. Los cadáveres utilizados en las salas de disección eran los que no eran reclamados por sus familiares. Pero no siempre eran suficientes y los llamados "resucitadores" recuperaban de sus tumbas cuerpos enterrados y traficaban con ellos. Uno de los modos más macabros de conseguir cuerpos ocurrió en Edimburgo, en 1820. William Burke y William Hare estrangularon a 16 personas para vender luego sus cuerpos.

En ocasiones se caminaba al margen de la ley y la Facultad de Medicina de Ohio, entre otras, aprobó una especie de "ley del silencio" sobre esta situación:

- *"los alumnos no deberán divulgar los secretos de la sala de disección o perderán el privilegio de acceder a ella».*

Pero, John Harrison, estudiante de Medicina de la Facultad de Ohio en 1878, descubrió sobre la mesa de disección el cuerpo de su padre. The New York Times se hizo eco de la noticia y esto sirvió para que se aprobaran leyes que entendían la disección como una forma de castigo: los cadáveres de los criminales ejecutados sí podrían ser utilizados.

En la segunda mitad del siglo XX se presentaron algunas declaraciones sobre los principios éticos para la investigación médica en seres humanos, tales como:

- La Declaración de Helsinki, de 1964.
- The National Commission of the Protection of Human Subjects of Biomedical Behavioral Research

Pero curiosamente, existe un déficit normativo sobre la necesidad de garantizar que la utilización de cadáveres en el proceso de la Enseñanza de la Anatomía Humana transcurra en un marco de respeto y de cumplimiento de los principios éticos propios de las actividades formativas del futuro médico.

Evidentemente en España ya existían normas que regulaban materias de carácter funerario, como por ejemplo, la Real Orden de 30 de octubre de 1835, la Real Orden de 18 de julio de 1887, la Real Orden de 13 de febrero de 1913 o la Real Orden de 21 de julio de 1924. La legislación que regula al uso de cadáveres en la enseñanza de la Medicina en España es muy tardía, debiendo remontarnos a 1932.

Orden del Ministerio de Gobernación de 31 de octubre de 1932

En el artículo primero, de la citada Orden, se dice,

"en aquellas ciudades que posean una Facultad de Medicina y cuya población no exceda de los 500.000 habitantes, solo habrá un depósito de cadáveres al que se llevarán los individuos fallecidos en los establecimientos de la beneficencia"

(se supone que en las ciudades con más población, podrían habilitarse mayor número de depósitos).

Lo más novedoso de esta orden ministerial es que:

- Reserva la competencia exclusiva del depósito de cadáveres a la Facultad de Medicina de la ciudad
- Le impone, por otro lado, la obligación de entregar el cadáver a los familiares, en caso de que los hubiere y siempre y cuando hubiesen formulado la reclamación del mismo.
- Los cadáveres no reclamados podrían ser usados para la enseñanza y la investigación en la Facultad de Medicina.
- Se exige además, una certificación en la que consten los antecedentes de los finados, diagnóstico de la enfermedad causante de la muerte y hora en la que se produjo. Todo ello está orientado a que no pueda utilizarse dicho cadáver hasta transcurridas, al menos, 24 horas desde el óbito.

Nada se dice acerca de prohibiciones de uso por causa de enfermedades contagiosas.

Posteriormente, se publicaron, numerosas normas que completarían la Orden del Ministerio de la Gobernación aludida, tales como la Orden de 31 de Octubre de 1938, la Orden de 28 de noviembre de 1945, la Orden de 30 de abril de 1951, la Orden de 17 de marzo de 1952, la Orden de 17 de febrero de 1955, la Orden de 27 de febrero de 1956 y la Orden de 1 de septiembre de 1958 (casi todas ellas en vigor hoy en día).

Decreto 2263 del 20 de julio de 1974

El 20 de julio de 1974 se aprueba el Decreto 2263, publicado en el B.O.E. de 17 de agosto de 1974, de Policía Sanitaria Mortuoria. Este Decreto regula, ya de una forma unificada y sistemática, prácticamente todos los aspectos de la materia funeraria. Así por ejemplo, tras una parte dispositiva general, en su artículo 6º, contempla ya el uso de piezas anatómicas o cadáveres para fines científicos o de enseñanza. Además, obliga a que los restos humanos sean enterrados en lugar autorizado, incinerados o lanzados por inmersión en alta mar, en los casos pertinentes.

A continuación, se pasa a un apartado que se ocupa de las definiciones, como por ejemplo: ¿a qué se considera un cadáver?, restos cadavéricos, putrefacción, embalsamamiento, esqueletización, incineración o cremación, refrigeración, radioionización, etc.

Presenta la división de los cadáveres en dos grupos en función de la causa de la muerte. Grupo I. Aquellos cuya causa de muerte representa un peligro sanitario (cólera, viruela, carbunco, y todas aquellas enfermedades que sean incorporadas por la Dirección General de Sanidad). Obviamente los cadáveres pertenecientes a este grupo no serían aptos para su uso en las Facultades de Medicina. Como es lógico, al grupo II pertenecerían el resto de los fallecidos.

Se regula minuciosamente todo lo relativo al traslado del cadáver (a nivel local, nacional o internacional), féretros, medios de transporte, etc.

En el artículo 28, se especifica que *"los cadáveres que vayan a ser utilizados para la enseñanza o la investigación, podrán ser transportados en furgón y caja metálica recuperable y con medios convenientes de conservación transitoria, quedando exentos estos servicios de los impuestos provinciales, municipales, tasas y otros derechos sanitarios que hubieran de aplicarse".*

Se regulan las características de los féretros y vehículos funerarios, empresas funerarias, depósitos funerarios, cementerios, crematorios, sepulcros y panteones…etc. Este Decreto, derogará el Decreto 2569/1960 de 22 de diciembre.

Nada más se dice respecto al uso de cadáveres para fines docentes y de investigación.

Constitución Española de 1978

A raíz de la entrada en vigor de la Constitución Española de 1978 y el posterior desarrollo del Estado de las Autonomías, cada Comunidad Autónoma, salvo Ceuta y Melilla, han desarrollado su propia norma de Policía Mortuoria en forma de decreto

- Decreto 106/1996 C.A de Aragón, primera C.A. en promulgarlo
- Decreto 297/1997 C. A. de Catalunya
- Decreto 194/1997 C. A. de Madrid
- Decreto 134/1998 C.A. de Galicia
- Decreto 95/2001 C. A. de Andalucía, etc …

Todos los Decretos de Policía Mortuoria de todas la Comunidades Autónomas son prácticamente una copia más o menos ampliada o restringida del Decreto 2263/1974, con poquísimas variaciones entre sí. Se incorporan nuevas enfermedades en el Grupo I, como la rabia, la encefalitis espongiforme, la enfermedad de Creutzfeldt-Jacob, las encefalitis hemorrágicas virales, la peste, etc.

Ámbito normativo en la docencia y la investigación

La regulación de la utilización de cadáveres en la Enseñanza de la Anatomía en las Facultades de Medicina, prácticamente ha desaparecido del ámbito jurídico de las Comunidades Autónomas.

¿Cual es, en consecuencia, el ámbito normativo que nos afecta como docentes e investigadores de la Anatomía Humana? En mi opinión, en el momento actual, tan sólo lo referente al traslado de cadáveres, a la incineración o enterramiento y lo relativo a cuestiones de seguridad e higiene en el trabajo que afecte a las personas que van a estar en contacto con el cadáver (alumnos, personal de administración y servicios y profesores).

La donación de cuerpos

En cuanto a la procedencia de los cadáveres, a día de hoy, dudo que en ningún Departamento de Anatomía de España, exista un solo cadáver procedente de la beneficencia, simplemente porque no existe ya la beneficencia (aunque si la indigencia), a lo sumo, algún cadáver fallecido en un centro sanitario público y no reclamado. Los indigentes fallecidos en la vía pública son cadáveres judiciales.

¿Cuál es el origen de los cadáveres que se utilizan en las Facultades de Medicina? Obviamente, todos ellos son donantes.

El Contrato de Donación

La donación de cuerpo lleva implícita una relación jurídica existente entre el donante y el departamento de Anatomía (la Universidad en su caso), que se sustenta en el ámbito del negocio jurídico del contrato de donación.

Este contrato, *per se*, posee una doble vertiente. Por un lado está su vertiente jurídica sujeta al ámbito del derecho civil y por otra, su vertiente moral sujeta al ámbito del comportamiento ético de las personas que van a estar en contacto con el cadáver.

Como todo contrato civil, puede suscribirse en el ámbito público o privado, entre el donante y el donatario, (departamento que recibe al donante), en nuestro caso la institución universitaria.

Los datos a los que hemos accedido, en el ámbito de la Unión Europea, nos llevan a pensar que todas las donaciones son a título gratuito. El donante cede su cuerpo para que sea utilizado en la enseñanza y la investigación de la medicina de un modo altruista, por lo tanto, sin contrapartidas pecuniarias. Esto es parcialmente cierto, puesto que, en casi todas las universidades europeas, y por supuesto en las españolas, las instituciones académicas asumen los gastos de los traslados funerarios, de embalsamamiento, de incineración etc., como no podría ser de otro modo.

Así mismo, en todo contrato existen estipulaciones o acuerdos que se pueden plasmar como derechos y obligaciones de las partes.

Los contratos de donación tienen una estructura estándar, pero existen posibilidades de incorporar clausulas, tanto por parte de la Universidad, como por parte del donante. Por ejemplo, en la Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea, planteamos a nuestros donantes como condición *"sine qua non"* para que sea recibida la donación: la aceptación por parte del donante de que, una vez utilizado, el cuerpo sea incinerado. Se les explica la razón de esta exigencia, fundamentada en el hecho de que el cuerpo una vez embalsamado es incorruptible. Todos ellos la aceptan.

Con carácter general, la Universidad se compromete

- A realizar todos los trámites administrativos, tras el fallecimiento, para recoger el cuerpo en el domicilio o en el centro donde se haya producido el óbito.
- Al traslado de los restos del finado hasta las dependencias universitarias (depósito de cadáveres del Departamento), utilizando los servicios funerarios contratados y un féretro propio.
- Al embalsamamiento y conservación del cadáver en dependencias adecuadas, hasta el día de su incineración. En este sentido, se puede pactar con el donante,

el que pueda ser intercambiado material cadavérico con otros centros universitarios o de investigación.

- A utilizar los cuerpos con fines docentes e investigadores exclusivamente.
- A trasladar los restos, una vez cubierto el ciclo docente y/o investigador, a las dependencias donde se realiza la incineración.
- A recoger las cenizas y comunicar a la familia, si la hubiere, dicho acto a fin de que ellos decidan el destino final de las mismas. En el caso de nuestra Universidad más del 98% optan por su depósito en el Bosque de la Vida.
- A sufragar todos los gastos que se derivan de lo anteriormente estipulado.

En el caso de la Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea UPV/EHU, los contratos de DONACION, se firman siempre con el donante vivo y en el uso de sus facultades. El contrato es avalado por dos testigos que normalmente aporta el donante. Nunca aceptamos cadáveres donados por la familia.

¿A qué se compromete el donante?

- A que su familia informe del fallecimiento, colabore en la entrega del cadáver y acepte que sea trasladado y depositado en las dependencias que la Facultad de Medicina tiene destinadas para ello.

  En nuestro caso, al menos en un par de ocasiones, la familia se ha negado a entregar el cadáver. Nuestra recomendación es que se acepte la voluntad de la familia aunque se les debe indicar que están obrando en contra de la voluntad del fallecido.
- Acepta que su cuerpo sea utilizado para la enseñanza y la investigación médicas (especialmente en el área de la Anatomía Humana).
- Acepta que su cuerpo sea incinerado y entregadas las cenizas a su familia, si la hubiere, una vez concluido el ciclo.

Podríamos preguntarnos, si todo lo dicho abarca la totalidad de las obligaciones y derechos de las partes. Nuestra respuesta es NO. ¿Qué otras obligaciones y derechos faltarían por considerar? Faltarían, los relativos al comportamiento ético de todas aquellas personas que vayan a estar en contacto con el material cadavérico.
¿Realmente tiene derechos jurídicos una persona fallecida que ha perdido tras la muerte la condición de persona civil? La respuesta indubitada es SI, exactamente los mismos derechos que podría tener el testador en el negocio jurídico sucesorio.

¿Cuáles serían los derechos en materia ética de los donantes? En nuestra opinión los que se especifican en el siguiente **<u>decálogo</u>**:

1.- El donante, tiene derecho a que se haga cumplir su voluntad, manifestada en el Contrato de Donación.

2.- El donante tiene derecho a que su cadáver reciba un tratamiento digno a lo largo de todo el ciclo. Toda conducta vejatoria infringida al cadáver por alumnos o cualquier otra persona, debe de ser prevenida y evitada. Los cadáveres utilizados en la sala disección deberán ser cubiertos por un paño o similar siempre que concluya la actividad docente o investigadora.

3.- El donante tiene derecho a que sea preservada la identidad de su cadáver. Nadie tiene porqué conocer su filiación, ni ningún otro dato que ayude directa o indirectamente a su identificación.

4.- El donante tiene derecho a que su cadáver en todo momento pueda ser identificado por el personal competente, tanto el cadáver entero como sus partes. No es aceptable éticamente que se desconozca a quien pertenece una extremidad o incluso un cadáver entero. Esto se puede evitar marcando el cadáver o sus partes por medios indelebles (tatuajes de distinto tipo, etiquetas cifradas e incluso chips electrónicos).

5.- El cadáver tiene derecho a la desidentificación facial, siempre que lo haya pedido o solicitado. Esta situación se nos ha planteado tan sólo una vez. Puede suceder que en una pequeña ciudad o en un barrio haya un donante socialmente conocido que no desee ser identificado por los estudiantes en la sala de disección. La desidentificación facial se logra fijando un vaciado facial de escayola de persona desconocida en la cara del donante, previamente al acto de la perfusión intravascular, con ello logramos que las facciones se adapten a las de la máscara al fijarse, reproduciéndolas de este modo.

6.- El donante tiene derecho a que su cadáver no sea objeto de comercio, ni en el todo, ni en la parte, salvo en aquellos casos, en los que aceptado el intercambio entre centros académicos o investigadores, el centro receptor tenga que resarcir al centro emisor en los gastos generados.

- En los cursos formativos en los que se ensayan nuevas técnicas quirúrgicas, protésicas o de cualquier otro orden, los participantes podrán contribuir económicamente para compensar a la universidad, no sólo por los gastos generados por el material cadavérico o instrumental, sino también por la dedicación del personal facultativo y de los servicios que en ellos participen.

7.- El donante tiene derecho a que su cadáver sea ubicado en instalaciones adecuadas. Con el uso de soluciones fijadoras menos agresivas y tóxicas, cada día se hacen más innecesarias la utilización de recipientes para la inmersión (salvo en el caso de algunas técnicas como la de Thiel). Por ello, el uso de grandes cámaras refrigeradoras, parece ser lo más útil y adecuado. Las instalaciones deben de ser pulcras y limpias, evitando la proliferación de hongos, bacterias o insectos. Este derecho afecta a todo el ciclo, es decir, antes, durante y después de la utilización del cuerpo, hasta el momento de la cremación (que consideramos lo más adecuado).

8.- El donante tiene derecho a que su cadáver sea incinerado de una manera individualizada o identificable, para que los familiares reciban los restos (cenizas), de su ser querido y no los de otra persona. Las incineraciones en masa dicen muy poco de la institución universitaria que las practique.

9.- El donante tiene derecho a que sus restos sean depositados igualmente en un lugar aceptable. Las fosas comunes deberían ser rechazadas completamente, pues ahí, un acto tan extraordinariamente altruista como la donación se despersonaliza y pierde todo su valor.

10.- El donante tiene derecho al reconocimiento social. Las universidades deberían habilitar un espacio en el que se plasmara físicamente dicho reconocimiento. Esto serviría para dignificar a las personas donantes y agradecerles su generosidad, mostrándoles el reconocimiento social que merecen y contribuyendo a mejorar la Sociedad en la que vivimos.

En la Universidad del País Vasco UPV/EHU, hace ya 12 años que se inauguró el BOSQUE DE LA VIDA**,** un monumento funerario destinado al depósito de las cenizas de todos nuestros donantes. A su entrada se puede leer un epitafio conocido por todos los anatómicos del mundo y que dice así:

"Este es un lugar de paz. Aquí reposan las cenizas de aquellas personas que generosamente donaron su cuerpo a la ciencia. Aquí la muerte se recrea ayudando a la vida. Descansen en paz".

CAPÍTULO 2.

CONTROL DE LA EXPOSICIÓN A FORMALDEHIDO Y OTROS AGENTES QUÍMICOS

Manuel Bernaola Alonso. Centro Nacional de Nuevas Tecnologías (CNNT).
Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT).

1. Introducción

El formaldehído (HCHO) se comercializa de forma generalizada en grandes cantidades, entre otras causas por su variedad de aplicaciones industriales y su bajo coste si se consideran otras preparaciones que le puedan sustituir. No obstante, desde hace años y debido a su alta toxicidad existe una tendencia a ser sustituidos por otros productos menos nocivos, aunque no es evidente que esto sea posible en todos sus campos de aplicación.

En el medio sanitario, en concreto, se sigue utilizando de una forma generalizada en la mayoría de las facultades de Medicina de las Universidades españolas para embalsamar y conservar cadáveres y en las salas de disección. Por sus buenas propiedades de conservante, bactericida y fijador de tejidos celulares aún no se ha encontrado un sustituto claro, si se conjugan a la vez sus características y su bajo precio.

Por ejemplo, en la UCM la mezcla para disección tiene esta composición aproximada:

- Metanol 62,5%
- Glicerina 17,5%
- Fenol 12,5% (a partir de fenol al 80%)
- Formaldehído 7,5% (a partir de solución acuosa al 37-38%).

El Imperial College de Londres utiliza una mezcla para embalsamar sin formol, tan solo para cursos con cirujanos, ya que al no usar formol no endurece los cadáveres pero éstos requieren mucha atención para que no se sequen o contaminen. La mezcla usada para los cadáveres preparados para los estudiantes que se conservan hasta 3 años tiene la composición siguiente: 2 litros formol / 1 litro de fenol / 2 kg de polietilen- glicol / 16 litros de etanol industrial -desnaturalizado con metanol-.

A partir de ahí ya no se vuelve a emplear HCHO. Una vez seco el cadáver, se rocía con una solución médica (“Distel”) y para conservarlo en tanques se emplea etanol al 70% industrial -desnaturalizado con metanol- y fenol al 0,5%. Los niveles en aire de HCHO se comprueban regularmente y no suelen superar las 2 ppm y con frecuencia no alcanzan los 0,5 ppm.

El formaldehido es un gas a temperatura ambiente, incoloro, de olor picante y sofocante, con un índice olfativo < 1 ppm, muy soluble en agua y que polimeriza rápidamente.

Se comercializa en disoluciones acuosas (30-55% en peso) y en metanol (hasta el 15%) para inhibir su polimerización espontánea. En forma líquida tiene un pH de 3-4 y volatilidad baja. Lo normal es la disolución acuosa, al 37% en peso, pero se puede comercializar como polímero hidratado para-formaldehido (CAS 30525-89-4) o el trímero trioxano (CAS 123-63-7), ambos sólidos.

Sus características físico químicas más relevantes son:

- Reactivo, inflamable y puede formar mezclas explosivas en aire.
- Reacciona de forma violenta (incendio, explosión) con oxidantes fuertes.
- Incompatible con ácidos, álcalis y anhídridos.
- Que sus disoluciones de formaldehído atacan el acero y que reaccionan con el ácido clorhídrico generando bis-clorometiléter.

A continuación se enumeran de forma sucinta las recomendaciones que se daban en el anterior Simposio, al objeto de eliminar o reducir los riesgos evaluados de las diferentes tareas y puestos de trabajo en la actividad de disección y, en concreto, para controlar la exposición a vapores de formaldehído.

1. Eliminar la fuente de riesgo mediante la sustitución del proceso o del HCHO por otro proceso, agente o producto alternativo de menor nocividad para la salud.
    - Empleo de formulaciones con menor contenido en HCHO
    - Sustitución del sistema de “piscinas” para almacenamiento de cadáveres por estanterías con los cuerpos en bolsas de polietileno (PE), desapareciendo así el producto como líquido conservador. En el caso de piezas pequeñas utilizar envases herméticos, que no sufran deterioro durante el tiempo de uso y con la mínima cantidad de líquido conservante posible.
    - Mantener el local de almacenamiento a una temperatura por debajo de los 10º C a fin de reducir la evaporación.
2. Aislar el contaminante en el origen:
    - Ventilación general mecánica que garantice en los cuartos al menos unas 20-30 renovaciones por hora
    - Sistemas de ventilación por extracción localizada en salas de perfusión, almacenamiento, docencia e investigación para un control eficaz y suficiente de los vapores de HCHO.
    - Limitación del acceso y el tiempo de exposición.

- Utilizar equipos de trabajo y de protección individual (EPI) tales como: delantal, gorro, botas, gafas, guantes y mascarillas con filtro para vapores orgánicos y específico para los de HCHO.

3. Se reconoce que el sistema de las piscinas tradicionales para conservación presentan graves problemas:
   - Difícil identificación y deterioro de las piezas
   - Sobresfuerzos físicos y riesgos en la manipulación.

   Por tales motivos las recomendaciones eran:
   - Uso de bandejas para depositar los cadáveres con ayuda de grúa hidráulica.
   - Piezas pequeñas almacenadas en cajas, tanques y armarios con estantes, herméticamente cerrados y con una mínima cantidad de conservante.
   - Camillas con ruedas y sistemas de evacuación y desagüe de líquidos donde se requieran. La limpieza de las instalaciones debe realizarse con facilidad.
   - El uso de estanterías y bandejas facilitará la identificación y manipulación del material almacenado y, a su vez, evitará su deterioro.

2. Descripción de tareas y de las instalaciones

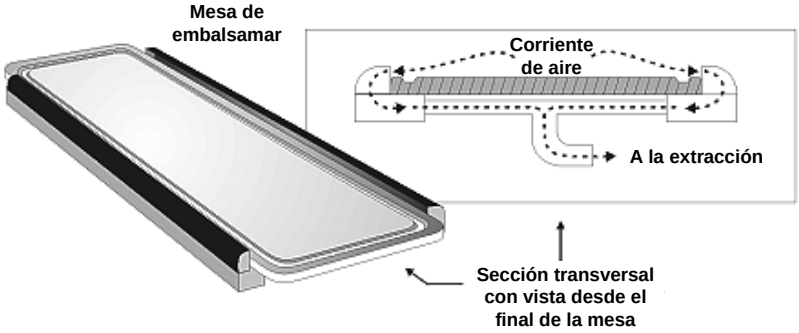
A continuación se describen sucintamente tanto las tareas propias de la actividad como las características de las instalaciones donde se llevan a cabo.

1) Cuando entra un cadáver, lo primero que se realiza es la perfusión. Previamente se extrae la sangre y, después, se inyecta la solución con formaldehido. ¿Cómo se utiliza el formaldehido? Se diluye el HCHO comercial al 40% a una concentración del 10% o algo menor; esta operación se realiza en la propia sala en una zona destinada al efecto y mediante trasvase manual y auxiliado de un agitador eléctrico para homogeneizar la mezcla del resto de reactivos añadidos.

   Mediante una máquina automática o semiautomática, dotada de una unidad de bombeo, el HCHO se perfunde, normalmente, a través de la carótida (alguna vez por la arteria femoral). Esta operación no es del todo estanca por lo que se generan vapores. Por este motivo, la camilla que se utiliza puede estar dotada de una ventilación por extracción localizada (VEL) con una ranura perimetral (o alternativamente conducto con pequeños orificios) por donde se aspirarían los vapores de formaldehido.

   La VEL dispone de dos rendijas de captación de 1,85 m de longitud situadas a cada lado de la mesa. El ventilador, situado fuera de la sala, proporciona unos 0,33 m^3/s. Con ranura de 25 mm de ancho la velocidad de aire es de unos 3,5 m/s. La

ventilación por dilución, como alternativa, necesitaría de un caudal 4 o 6 veces mayor, según sea la constante de mezcla del cuarto. En la figura se muestra este tipo de captación.



Además en la sala se suele disponer de una extracción por medio de una campana situada en una pared que se hace funcionar de forma permanente. Esta medida no sirve nada más que para complementar cualquier otra, proporcionando una ligera renovación del aire de la sala, pero no para retirar de forma eficaz los vapores que se generan durante la operación.

En ciertos casos se utiliza la solución de Thiel (mezcla salina de componentes en alta concentración) como alternativa a la de HCHO. Sin apenas contener formaldehído. Produce un aspecto pálido y rosáceo y desaparecen capas epiteliales superficiales y uñas. Comparado con el vivo la sensación es de liso, untuoso y sin pelo pero firme. El tejido adiposo subcutáneo mantiene su color amarillo y se diferencian las células adiposas en diferentes tamaños. Mantiene un aspecto lustroso y firme de las fascias y la permeación de los espacios intermusculares por vasos y estructuras nerviosas no difiere del color o textura viva. Además da al cuerpo mayor flexibilidad que la proporcionada por la mezcla de formaldehído ya que este crea puentes con las proteínas. No obstante tiene la limitación de que para el estudio de partes blandas (en particular cerebro) no sirve.

En la UAM se ha empezado a utilizar esta preparación para la fijación y conservación con menos formaldehido (0,015%, en vez de 10%) aunque, por ahora, sólo se emplea para seminarios y prácticas post-doctorales. Otros de sus componentes son: sulfito de sodio, ácido bórico, nitrato potásico, nitrato amónico, Propilénglicol, morfolina, 4-cloro-3-metilfenol, etanol.

2) De la sala de perfusión, se llevan a los tanques para sumergirlos en una piscina con formaldehído. Esta operación se realiza con ayuda de elevadores de camillas y polipasto. ¿Cómo controlar el riesgo de inhalación? Disminuyendo la evaporación,

mediante: control de temperatura (sin apenas evaporación, incluso cuando se trabaja con tapas abiertas) y el cierre de las piscinas con tapas.

3) Otro lugar de almacén de cadáveres es la ***sala fría***; los cadáveres que se utilizarán en las prácticas de disección se almacenan en bolsas de polietileno. Los trabajadores permanecen aquí el tiempo indispensable para colocar los cadáveres en baldas. ¿Cómo controlar el riesgo de inhalación? Disminuyendo su evaporación controlando la temperatura y realizando una ventilación previa al acceso a la cámara. La concentración de HCHO en ambiente es muy baja.
4) Finalmente en la ***sala de disección***, tanto a nivel de docencia como de investigación. ¿Cómo controlar el riesgo de inhalación? Asegurando el caudal de ventilación y embolsando los cadáveres que no se utilizan.

   En la sala de disección, se midieron vapores de HCHO con la ventilación parcialmente parada (más de 400 m^3/h) y los resultados fueron significativos, incluso llegando a superar el valor límite de referencia.

   A raíz de la evaluación específica y poner de manifiesto la pobreza de la ventilación, se logró una mejoría de las condiciones mediante:

   - Con un cambio de los sistemas de ventilación y extracción se redujo la concentración
   - Equipos más potentes, mayor estanqueidad de las salas, presión negativa y con el retorno del aire a nivel de las mesas. Las entradas de aire estaban en la parte superior, distribuidas a lo largo de la sala, a ambos lados. La extracción de aire se dispuso de igual forma pero a nivel de las camillas de prácticas.
   - Cambio de hábitos, ya que se quedaban las piezas toda la noche para escurrir en lavaderos abiertos y después se dejaban en las mesas.

   Al parecer, con la ventilación funcionando a tope, se resecan los cuerpos, la conservación se deteriora y hace necesario añadir puntualmente HCHO “in situ”.

3. Medidas preventivas

Las Medidas Preventivas teniendo según el RD 665/97 sobre cancerígenos para evitar o reducir la exposición a vapores de formaldehido serían:

A: Reducir el uso del agente cancerígeno en el puesto de trabajo, en particular remplazando, siempre que sea técnicamente posible, la preparación o el proceso que en las condiciones de uso no sea peligroso o lo sea menos para la salud y seguridad de los trabajadores.

B: Determinación y evaluación del riesgo. Evaluar el tipo y nivel de riesgo de forma periódica, con especial atención a los trabajadores de especial riesgo. Considerar todas las rutas de exposición, incluyendo la absorción por la piel. Adoptar medidas para prevenir y reducir la exposición.

B1. Determinación del nivel y duración de la exposición a formaldehido. Mantener al mínimo el número de trabajadores expuestos.

B2. Evitar fuentes de contaminación innecesarias:

- Diseño de procesos de trabajo y controles de ingeniería para eliminar o reducir la generación del agente cancerígeno en los puestos de trabajo.
- Limitar las cantidades a emplear en el lugar de trabajo.
- Comprar el producto en envases adecuados y a ser posible que no requieran de manipulación. Usar envases que se puedan manipular en una vitrina de gases.
- Establecer un protocolo de actuación en caso de derrame.
- Etiquetar los envases con producto y revisar periódicamente el estado de los envases..
- Delimitar zonas de riesgo. Restringir el acceso a las áreas de riesgo.
- Áreas despejadas que faciliten el uso de ayudas mecánicas para el manejo de cuerpos.
- Mantener las áreas de trabajo limpias.
- Adoptar medidas higiénicas y de limpieza (personales y del lugar de trabajo).
- Aplicar procedimientos y métodos de trabajo adecuados.
- Equipos de protección individual.
- Vigilancia de la salud.
- Información y formación a trabajadores y a……estudiantes.

4. Otras medidas, EPI y actuación en caso de derrames accidentales

4.1 Otras medidas.

- Manipulación y almacenamiento: empleo de contenedores en acero inoxidable, galvanizado o polietileno.
- Empleo de contenedores apropiados y herméticos para piezas pequeñas.
- Estabilidad y reactividad: no calentar, evitar ácidos, álcalis y anhídridos (estabilizar con metanol).
- Formas de extinción de incendios: polvo y espuma. Agua pulverizada y CO_2.

4.2 Ropa de trabajo y equipo de protección individual

- Los trabajadores dispondrán de la ropa de protección adecuada y de cualquier otra medida especial necesaria. Se mantendrán separadas las ropas de trabajo de las de calle. No se llevará la ropa de trabajo a casa y se tendrá una contrata de lavandería.

- Protección respiratoria, de ojos y piel. Filtros BP.
- Guantes: contacto (nitrilo o butilo) y salpicaduras (policloropreno).

4.3 Actuación en caso de derrames o vertidos accidentales

- Vertidos y Neutralización: Material absorbente y Bisulfito sódico. Si la cantidad derramada es considerable, utilizar absorbentes comercializados (Consultar la Ficha de seguridad del adsorbente) y se tratará como residuo químico.
- Limpiar las salpicaduras adecuadamente. Realizar prácticas en este sentido.
- Elaborar procedimientos escritos para la actuación en caso de vertidos accidentales. Es necesario disponer de un contenedor de residuos y realizar la gestión correspondiente.
- Disponer de las medidas de seguridad: duchas, lavaojos, almacén de ropa, áreas de recuperación. Limpiar las áreas a diario. Actuar de inmediato en caso de salpicaduras, absorbiendo el líquido vertido. Es necesario el uso de mono de trabajo, protección respiratoria y guantes de un solo uso.
- Cambiar de ropa si se ha contaminado. Protección de la piel y los ojos. Lavarse las manos y la cara.

5. Recomendaciones

Como consecuencia de lo anteriormente expuesto, se sugieren estas recomendaciones:

- Desarrollar la técnica analítica HPLC participando en los controles de calidad internacionales de formaldehido. Proponer un método analítico de TM/AQ actualizado. Revisión del VLA, si procede.
- Promover este método aplicado a casos concretos donde haya exposición significativa a formaldehido por inhalación. Aplicar los métodos simplificados y evaluar los casos de contacto por la piel.
- Hacer un análisis crítico de los equipos de lectura directa, destacando los que son fiables e indicando sus ventajas y limitaciones.
- Búsqueda de posibles productos sustitutos o procedimientos menos peligrosos, considerando el caso por caso. Procurar la menor cantidad de trabajadores implicados y reducir la exposición de éstos mejorando los procedimientos.
- Toma de medidas preventivas y de vigilancia inmediatas para los trabajadores expuestos. Fomento de la vigilancia de la salud. Aplicación de los protocolos de Sanidad.

5. Bibliografía

Monografías IARC Vol. 88 (2005) Formaldehyde

CLH report. Proposal for Harmonised Classification and Labelling:
http://echa.europa.eu/documents/10162/33be542e-7f27-4982-8078-d468f94310e4

Formaldehyde solution, >37% aqueous solution with >10% metanol
http://www.epa.govt.nz/search-databases/Pages/ccid-details.aspx?SubstanceID=1585

Gestis - Analytical Methods for Chemical Agents at Workplaces
http://amcaw.ifa.dguv.de/substance/methoden/057-L-Formaldehyde.pdf

INRS. Laboratoires d'anatomie et de cytologie pathologiques. Guide pratique de ventilation
http://www.inrs.fr/accueil/produits/mediatheque/doc/publications.html?refINRS=ED%206185

Proyecto FORMALCAT: Control de exposición a formaldehído en laboratorios de Anatomía Patológica
MC Salud Laboral, 2014, n. 33, pp. 11-12

Web del INSHT http://stp.insht.es:86/stp/basequim/010-tallado-de-muestras-en-anatom%C3%ADa-patol%C3%B3gica-exposici%C3%B3n-formaldeh%C3%ADdo

INSHT NTP 590: Prevención de la exposición a formaldehído.
http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/501a600/ntp_590.pdf

INSHT NTP 873 Prevención de la exposición a formaldehído.
http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/821a921/873w.pdf

INSHT Seminario: “El formaldehído a debate: Pros y contras de una sustitución generalizada”. 28 de mayo de 2013 “Presentaciones”, en pptx.

CAPÍTULO 3.
RIESGOS LABORALES GENERALES DEL TRABAJO EN SALAS DE DISECCIÓN

José Javier Sánchez González. Director de Prevención de Riesgos Laborales. Universidad Complutense de Madrid

Con carácter general, es conveniente resaltar la presencia de riesgos derivados de las condiciones de seguridad, así como riesgos higiénicos, ergonómicos y psicosociales. Asimismo, de manera transversal es absolutamente necesario establecer mecanismos de información preventiva y de formación continuas, al objeto de eliminar o reducir a su mínima expresión los riesgos laborales existentes en salas de disección.

A continuación, expondré los principales riesgos existentes que se engloban dentro de las categorías anteriormente enunciadas.

a) Riesgos derivados de las condiciones de seguridad. Excluyendo los aspectos relativos a las condiciones constructivas y de seguridad estructural, hay que destacar los siguientes:

1) *Caídas.* Distinguimos entre caídas a *distinto nivel* o al *mismo nivel*. Las caídas a distinto nivel pueden venir por el uso de escaleras manuales y de tijera, que se usan para almacenar o coger productos almacenados. A tal efecto, es necesario dotar a los trabajadores de calzado de suela antideslizante con sujeción por detrás. Asimismo, es conveniente llevar un plan de mantenimiento de escaleras, formar a los trabajadores en su uso y limitar los pesos y alturas que desplazan en las mismas.

   Se pueden producir caídas al mismo nivel, principalmente por suelos resbaladizos, consecuencia del derrame de fluidos o de operaciones de limpieza. Hay que colocar recipientes para recoger los posibles fluidos de los cadáveres o piezas anatómicas bajo los sistemas de drenaje de las mesas, que deben tener la inclinación adecuada que permita la salida de los fluidos a los baldes, impidiendo su vertido al sistema de alcantarillado, así como señalizar los trabajos de limpieza ("Precaución: suelo resbaladizo").

2) *Choques contra objetos*. El orden en la sala de disección es esencial tanto para el buen fin de los trabajos que se realizan como para mantener unas condiciones óptimas de seguridad en la misma, evitando choques y tropiezos con mercancías, productos, cubos, etc. A tal efecto, es necesario, además de observar medidas de

orden y limpieza, llevar a cabo un almacenamiento correcto en estanterías u otras estructuras que eliminen la colocación de objetos en suelos o pasillos.

3) *Almacenamiento.* Las salas de disección no son almacenes, pero es cierto, que hay que contar con que en la Sala debe disponerse de lo preciso para realizar la actividad, no teniendo que salir de la misma cada vez que hay que utilizar algún producto. De esta forma se evitan pérdidas de tiempo y accidentes (producidos por caídas, pérdidas de concentración, estar frecuentemente quitándose y poniéndose los equipos de protección individual, contaminación de diferentes zonas, etc.). Así las cosas, en los armarios, estanterías o lugares en los que se almacenen los productos necesarios para la actividad deberá tenerse en cuenta la colocación de los mismos, situando los más pesados a una altura óptima para que puedan ser colocados o retirados (a media altura, ni en la parte alta ni en la baja; con relación a la persona entre la altura de los hombros y media pierna), delimitando el área donde se ubican los productos, que se encontrará debidamente iluminada, previniendo que los productos no reaccionen entre sí, para lo que contará con la debida ventilación.
4) *Orden y limpieza.* Es esencial en toda actividad laboral y más, si cabe, en el trabajo en salas de disección. Se recomienda almacenar fuera de la sala de disección lo que no es necesario y contar en la misma con lo estrictamente necesario para la actividad. Existen almacenes fuera de la sala donde se clasificarán los productos, así como procedimientos de eliminación de residuos y de productos de desecho o innecesarios. De esta forma, se crea un hábito de no acumular materiales innecesarios ni tenerlos de forma desordenada. Los lugares de almacenamiento de productos estarán fácilmente accesibles y estarán ordenados para identificar fácilmente lo necesario. Sin perjuicio de los posibles protocolos que pudieran existir al efecto, se intentará evitar ensuciar y se limpiará inmediatamente.
5) *Riesgo eléctrico.* En la sala de disección se utilizan instrumentos eléctricos, lo que unido a la utilización de agua para la necesaria limpieza y humedecimiento de las piezas aconseja tener especial cuidado. A tal efecto, han de evitarse el paso de personas por encima de cables o alargaderas, no utilizar herramientas eléctricas con manos o pies mojados o sobre superficie mojada. Asimismo, hay que tener especial cuidado en el uso de cuadros eléctricos para poner en funcionamiento sistemas de extracción, iluminación, etc. Nunca hacerlo con las manos ni los pies mojados, el cuadro eléctrico deberá contar con las debidas,

protecciones, estar señalizado y todos los equipos con partes metálicas dispondrán de conexión a toma de tierra.

6) *Riesgo de incendios*. La sala y, en general, el espacio dedicado junto con la misma a la actividad anatómica deberá contar con un plan de autoprotección y de *primeros auxilios*. A tal efecto, deberá disponer de un botiquín, debidamente señalizado, que contenga, como mínimo, desinfectantes y antisépticos autorizados, gasas estériles, algodón hidrófilo, venda, esparadrapo, apósitos adhesivos, tijeras, pinzas y guantes desechables. Dicho botiquín servirá para cualquier pequeño accidente. Además, deberá existir un protocolo de actuación en caso de accidente, para la más pronta atención sanitaria a los posibles heridos (teléfono de contacto con la Mutua de accidentes laborales, Servicios Sanitarios, de emergencias, etc. En el caso de la Universidad Complutense de Madrid contamos con un teléfono único y gratuito de emergencias). Asimismo, la sala de disección dispondrá de duchas y lavaojos con la debida pendiente y desagüe en el suelo que evite el encharcamiento de la zona en caso de utilizarse.

   El Plan de autoprotección recogerá todas las medidas necesarias para actuar en caso de incendio o cualquier otra amenaza que aconseje la evacuación de la Sala, teniendo en cuenta la existencia de riesgo químico, físico y biológico. Deberá estar implantado y el personal instruido y formado en relación con el mismo. Es fundamental la sectorización de los espacios con puertas de resistencia al fuego que se abran en el sentido de la evacuación, la señalización de vías de evacuación, salidas de emergencias, medios de extinción (extintores según los posibles tipos de incendio y bocas de incendio), timbres de alarma, sistemas de detección automática, y contar con sistemas de alumbrado de emergencias. Los pasillos y mesas de disección deberán tener una separación mínima de 1 metro. Es recomendable hacer simulacros de evacuación periódicos para el entrenamiento del personal en esta actividad.

No debe finalizar este apartado sin hacer especial referencia al mantenimiento de todos los medios destinados no ya solo a la autoprotección, sino a la actividad en su conjunto (sistemas de iluminación, extracción y ventilación, máquinas, etc.), que es una de las principales preocupaciones de los Técnicos en Seguridad. Hay que evitar las reparaciones y demás actuaciones de mantenimiento sobre maquinarias u otros objetos si no son llevadas a cabo por el personal adecuado y destinado al efecto. Sobre este particular hay que señalar la importancia de la existencia de un buen procedimiento de coordinación de actividades empresariales con las empresas de mantenimiento.

b) Riesgos higiénicos.

1) *Químicos*. Especial relevancia tienen los riesgos higiénicos y, en concreto, los riesgos de origen químico en el medioambiente laboral de las salas de disección. La utilización de formol y otras sustancias químicas presentes en fórmulas embalsamadoras, utilizadas para la fijación y conservación de piezas aconsejan la realización de un análisis separado del presente, de ahí que no entre en valoraciones sobre estos riesgos.
2) *Físicos*. Dentro de estos riesgos, en el trabajo en salas de disección destacamos la posible existencia de *ruido*, como consecuencia de las máquinas. En ocasiones se hallan próximos a cámaras de congelación, que pueden hacer ruidos por sistemas de alarma o deficiente mantenimiento. Para ello, se recomienda el mantenimiento de las mismas y aislar convenientemente las zonas de trabajo de disección para garantizar la concentración y evitar la molestia del ruido. Es conveniente también adoptar medidas en cuanto a las *temperaturas*, que son bajas como consecuencia de la actividad de conservación de cadáveres y piezas; para ello es conveniente utilizar ropa adecuada. Es especialmente importante contar con una buena *iluminación* natural, a través de ventanas, así como eléctrica para la actividad en salas de disección; para ello, dispondrán de sistemas de iluminación general para toda la sala y de iluminación específica sobre cada una de las mesas de disección. Incluso, si es necesario, se recurrirá a iluminación portátil, por ejemplo con lámparas de pie (deberán retirarse cuando no se utilice). Hay que tener en cuenta que no se produzcan deslumbramientos como consecuencia del exceso de luz o del ángulo por el que se proyecte sobre los objetos. Se tendrán en cuenta también las posibles *radiaciones* existentes en zonas de revelado, de radiación, que siempre estarán aisladas de la sala de disección, haciendo evaluaciones periódicas medioambientales de las mismas, así como una vigilancia de la salud específica de los trabajadores sometidos a dicho riesgo.
3) *Biológicos.* Con carácter general, un cadáver embalsamado no presenta ningún peligro conocido para la salud. Si bien es cierto, que antes de llevar a cabo esta actividad deberán adoptarse las medidas preventivas adecuadas, entre otras se recomienda solicitar el historial clínico del fallecido y realizar un estudio post-morten para determinar las causas de la muerte (necropsia), determinándose si el cadáver es portador de Enfermedades infecciosas de alto riesgo y poder de

contagio como Hepatitis víricas, HIV/AIDS, encefalopatía espongiforme, tuberculosis, gangrena, etc., en cuyo caso se debería rechazar la donación.
En relación a la vigilancia de la salud, al personal sometido a riesgo biológico se le harán reconocimientos médicos de carácter obligatorio, para determinar y hacer un seguimiento de la incidencia del mismo en su estado de salud.
Existen riesgos por posibles salpicaduras, de ahí la necesidad de utilizar equipos de protección, debiendo llevarse calzado con la suela de goma antideslizante, y que proteja enteramente el pie (sin huecos ni rejillas), bata sanitaria, quirúrgica o de laboratorio, que observe la higiene requerida, guantes de látex o nitrilo y gafas de seguridad. En caso de salpicadura en ojos, deberá lavarse inmediatamente y, si la salpicadura, se produjera en la piel, deberá lavarse con agua y jabón de inmediato.
La higiene es fundamental, por lo que habrá de lavarse las manos con agua y jabón, al menos, al iniciar y terminar la actividad en la sala de disección.
Asimismo, hay que tener en cuenta que se trabaja con material cortante, evitándose manipulaciones deficientes del material quirúrgico. En su caso deberá lavarse inmediatamente el corte con abundante agua y jabón, dejando que sangre un poco la herida. Se pueden producir golpes, cortes, pinchazos, etc. contaminación por microorganismos, de ahí que sea necesario que los trabajadores cuenten con las debidas vacunaciones actualizadas, habiendo sido previamente informados de las ventajas de la vacunación y de la no vacunación.
Se intentará, en la medida de lo posible, colocar elementos de protección en los puntos de riesgo en que sea posible (esquinazos de camillas, por ejemplo), informar y formar a los trabajadores sobre los procedimientos de trabajo y el manejo de equipos y maquinarias.
Hay que prestar especial atención a los derrames de líquido de material humano, recogiéndolos de inmediato, así como evitar la manipulación del cadáver, especialmente por el tórax.
Las hojas de bisturí se manejarán siempre con el instrumental adecuado. Es necesario depositar las hojas de bisturí y agujas utilizadas en los recipientes destinados al efecto (contenedores reglamentarios de material cortante y punzante biocontaminado) para su recogida como residuo, así como guardar de forma limpia y segura todo el instrumental utilizado en la sala de disección al finalizar la actividad. El instrumental quirúrgico siempre deberá de estar sobre superficies planas y estables, cuando no en su estuche correspondiente. Si es

necesario utilizar instrumental "especial" (gubias, escoplos, sierras manuales, sierras eléctricas, fresadores quirúrgicos) las actividades las realizará exclusivamente el investigador responsable asistido por un técnico, protegidos con los equipos de protección individual correspondientes (gafas de protección de montura integral que protege de salpicaduras y proyecciones, mandil de neopreno y guantes de resistencia mecánica con protección al corte y la punción).

Asimismo, deberá llevarse a cabo un correcto almacenamiento y recogida de los residuos biológicos.

c) Riesgos ergonómicos.

1) *Esfuerzos físicos***.** Uno de los factores de riesgo más común en distintas actividades laborales, al que no es ajena la actividad en salas de disección es la exposición a esfuerzos físicos. A tal efecto, es conveniente adoptar medidas tendentes a evitarlos. Es necesario evitar el manejo de grandes pesos de forma manual, almacenando las piezas más pesadas, siempre que se pueda, en estanterías, a una altura que no sea necesario agacharse ni elevar los brazos para cogerlas. Es conveniente utilizar medios mecánicos para desplazar cadáveres o piezas pesadas, que reduzcan a su mínima expresión el esfuerzo físico. Se recomienda la formación en manipulación manual de cargas para las personas que llevan a cabo actividades de transporte y almacenamiento de piezas y productos en la sala de disección.
2) *Posturales.* La postura en la actividad de disección puede dar lugar a sobrecargas en cuello, hombros, columna vertebral, piernas, etc. De ahí la conveniencia de potenciar esas zonas mediante los correspondientes ejercicios, así como de evitar la exposición durante largo tiempo, recomendándose hacer paradas periódicas, cada 2 horas. Es conveniente que las mesas de disección y los focos de iluminación puedan elevarse o bajarse, adaptándose a la altura de las personas que llevan a cabo la actividad en las salas.

d) Riesgos psicosociales.

1) *Trabajo monótono y repetitivo.* Se da fundamentalmente en el personal técnico, encargado de las tareas de apoyo a la actividad de disección y trabajo con piezas anatómicas. Es importante como se verá más adelante una buena organización del trabajo que evite la monotonía y la repetición de los trabajos. Buena parte de los accidentes se producen como consecuencia del trabajo monótono y repetitivo, que conllevan una relajación excesiva y una desconexión con la

actividad, que hacen que se baje la guardia, facilitando la aparición del accidente.

2) *Carga mental.* Los principales factores de riesgo que determinan la carga mental son la cantidad y calidad de la información recibida por el trabajador, la complejidad en la respuesta que se exige al trabajador, el tiempo de que dispone el trabajador para dar una respuesta, así como las propias capacidades del trabajador (forma de ser, facilidad para el aprendizaje y de adaptación a la situación, personalidad, formación, etc.). Como se ha dicho anteriormente, también la carga mental está en consonancia con la organización del trabajo, que vamos a ver a continuación.
3) *Exigencias emocionales*. Se trata de un trabajo desgastador emocionalmente que, si bien en el caso del personal docente e investigador ofrece la posibilidad de un contacto más aproximado con la realidad objeto de estudio, siendo un valiosos instrumento de formación médica, en el personal técnico carece, en principio, de este elemento motivador, por la propia rutina de la tarea que previamente se ha comentado.
4) *Organización del trabajo.* La organización del trabajo es esencial en toda actividad laboral, no ya solo por los resultados que se derivan de una buena organización, sino por la mejora que se produce en cuanto a las condiciones de seguridad y salud de sus trabajadores. A través de una buena organización del trabajo evitaremos, no solo el trabajo monótono y repetitivo y reduciremos la carga mental, sino también la insatisfacción laboral, la fatiga y el estrés. Se trata de elementos que aparecen con frecuencia en la actividad laboral en salas de disección y ello es debido en muchas ocasiones a una mala organización del trabajo. Lo primero que debe de haber es una persona responsable de la sala de disección, que directamente, o a través de otra persona, organice y conozca toda la actividad que se desarrolla. Esa persona, coordinará los aspectos relativos a la actividad, así como de seguridad y salud que deberán estar integrados en la misma. A su vez informará y comunicará a los técnicos y demás usuarios de la Sala las actividades a realizar, previa evaluación de las mismas, medios a utilizar, preparación de muestras, cadáveres, etc. Es fundamental la comunicación de cara a la implicación de todos los trabajadores en la tarea. Es necesario el reconocimiento de dicha tarea y que sea percibido por todos. Solamente a través del trabajo en equipo se consiguen buenos resultados y es necesario que así se perciba por todos. La actividad investigadora, que actúa

como impulsor y elemento motivador del investigador no siempre actúa de la misma forma en las demás personas que colaboran en dicha actividad si no se les implica en ella y, para ello, es fundamental la comunicación y un liderazgo adecuado, informando y dando las instrucciones precisas a través de los cauces pertinentes, desarrollando estructuras planas de trabajo, con planes de carrera para el personal técnico bien definidos, en las que todos conocen los objetivos, se sienten reconocidos, identificados con el proyecto y, por consiguiente, participan del éxito del mismo.

No podemos terminar este trabajo sin prestar atención a los residuos que se generan como consecuencia de la actividad anatómica, así como su recogida. Principalmente, y con carácter general, según la clasificación establecida por la Comunidad de Madrid, mediante Decreto 83/1999, se generan tres tipos de residuos en el trabajo en salas de disección:

a) Residuos de clase III (residuos biosanitarios especiales) grupo 9 (restos anatómicos humanos de escasa entidad). Corresponden a los residuos generados del trabajo con material humano no fijado con formol de entidad no suficiente para ser reconocidos como tales.

b) Residuos pertenecientes a la clase VI (citotóxicos); se incluyen en este grupo restos anatómicos fijados con formaldehído si no se trata de restos humanos de "entidad suficiente" para ser reconocibles.

c) Residuos pertenecientes a la clase IV (cadáveres y restos humanos con entidad suficiente para ser reconocidos como tales).

Debido a que los cadáveres son utilizados siguiendo el principio de máximo aprovechamiento, son disecados de modo completo, lo que genera una gran cantidad de restos anatómicos constituyendo este grupo la mayor parte de residuos producidos.

La retirada de los residuos se llevará a cabo por gestor autorizado, que los trasportará a la planta correspondiente para su tratamiento conforme a los requisitos marcados por la legislación.

Así las cosas, si aplicásemos los principios de la acción preventiva a la actividad en salas de disección, podríamos llegar a las siguientes conclusiones:

a. *Evitar los riesgos.* Lo primero que ha de hacerse es diseñar la actividad teniendo en cuenta los riesgos expuestos para intentar evitarlos ab initio. Es esencial la distribución de los espacios y las características constructivas de los espacios destinados a esta actividad. Asimismo, es fundamental realizar pruebas

serológicas a los cadáveres y tener un protocolo que permita rechazar aquellos cadáveres que puedan suponer un riesgo para la salud de quienes vayan a trabajar con ellos.

b. *Evaluar los riesgos que no se puedan evitar*. Todos los riesgos que no se hayan podido evitar en origen deberán ser convenientemente evaluados, teniendo en cuenta que se trata de una actividad continuada, que en función de nuevas actividades, surgen nuevos riesgos y, por tanto, nuevas medidas preventivas a adoptar, diferentes equipos de protección, formación específica, etc. Por ejemplo, nada tiene que ver la actividad con materiales óseos de la actividad en cursos de implantología oral. Antes de trabajar hay que evaluar, de ahí la importancia de conocer las enfermedades previas de un cadáver, por ejemplo.

c. *Combatir los riesgos en su origen*. Desde el momento en que surge un riesgo o se tiene conocimiento del mismo hay que combatirlo, adoptando las medidas preventivas correspondientes.

d. *Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, así como a la elección de los equipos y los métodos de trabajo y de producción, con miras, en particular, a atenuar el trabajo monótono y repetitivo y a reducir los efectos del mismo en la salud.* Ténganse en cuenta en este punto todas las recomendaciones recogidas en cuanto a los riesgos ergonómicos y psicosociales. De ahí la necesidad de poder regular altura de mesas de disección, sistemas de iluminación, desarrollar una organización del trabajo adecuada, que implique a las personas en los objetivos, que se adapte a sus perfiles, a su características físicas, a su personalidad y a sus capacidades, que fomente el trabajo en equipo y la conciliación de la vida laboral y familiar.

e. *Tener en cuenta la evolución de la técnica.* La anatomía ha de ir incorporando elementos y procedimiento de trabajo más seguros a través de la innovación y la incorporación de elementos técnicos. En este sentido, hay que destacar todo el trabajo que se puede desarrollar en cuanto al diseño e implantación de medios mecánicos que mejoren y eviten la manipulación manual de cargas, así como los encaminados a reducir el riesgo higiénico.

f. *Sustituir lo peligroso por lo que entrañe poco o ningún peligro.* En este sentido el trabajo encaminado a desarrollar mezclas embalsamadoras que incorporen productos que no supongan riesgos para la salud de quienes trabajan con cadáveres y piezas anatómicas es todo un reto.

g. *Planificar la prevención, buscando un conjunto coherente que integre en ella la técnica, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo.* Bajo este epígrafe incluiríamos nuevamente todos los aspectos expuestos al abordar los riesgos ergonómicos y psicosociales, destacando el trabajo en equipo, la importancia de desarrollar protocolos de trabajo, que antepongan la seguridad y la salud. Es conveniente destacar actividades que no pueden realizarse en solitario, debiendo contar siempre con sistemas de comunicación próximos por si se produjera algún accidente. Los riesgos existentes han de dar lugar a una planificación conveniente de la actividad preventiva, siempre encaminada a la mejora continua de las condiciones de trabajo y a la eliminación o reducción del riesgo.

h. *Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.* En cuanto a la aplicación de este principio, es importante destacar medidas como la colación de aparatos de extracción de vapores y de ventilación, que permiten trabajar en ambientes de trabajo más saludables. No obstante lo anterior, en una sala de disección todos los trabajadores, a mi juicio, han de disponer y utilizar, cuando sea necesario, de los siguientes equipos de protección individual:

1. Máscara facial serie 6800, modelo 6899T, con filtro CE0086-A2B2E2K2P3R, que protege la cara completa, incluidos los ojos.
2. Mandil de neopreno.
3. Guantes de PVC que protege para riesgo mecánico, químico y biológico.
4. Botas de seguridad S5 de clase II todo goma o todo polímero con suela antideslizante y puntera de seguridad.
5. Mascarilla buconasal con filtros A2B2E2K2P3R para tareas que lo requieran junto con gafas de seguridad contra proyecciones o salpicaduras.
6. Gafas de seguridad de montura integral, que protege de salpicaduras y proyecciones.
7. Guantes de neopreno de protección de riesgos mecánico, químico y biológico de 40cm de largo si necesitan sacar material de depósitos, etc.
8. Pantalla facial completa para riesgo de salpicaduras o proyecciones de partícula.

9. Guantes de resistencia al frío para trabajos en la cámara frigorífica. Incluye resistencia mecánica al corte y punción, resistencia química y biológica.
10. Los trabajadores además usarán, si lo necesitan, manguitos de plástico hasta el codo, gorros de protección del pelo y ropa de trabajo adecuada tipo pijama completo, y prendas de abrigo.

i. *Dar las debidas instrucciones a los trabajadores*. Es fundamental que el trabajador sepa lo que tiene que hacer y para qué, así como que esté formado en informado de su actividad y para la realización de la misma.
j. *El empresario tomará en consideración las capacidades profesionales de los trabajadores en materia de seguridad y de salud en el momento de encomendarles las tareas*. Para ello es fundamental que los trabajadores hayan recibido la formación necesaria, que integre la específica en materia de seguridad y salud. En este momento la Universidad Complutense ha elaborado un programa de formación específico para personal que trabaja en salas de disección.
k. *El empresario adoptará las medidas necesarias a fin de garantizar que sólo los trabajadores que hayan recibido información suficiente y adecuada puedan acceder a las zonas de riesgo grave y específico*. Hay que destacar que tanto la formación como la información han de recibirse antes de llevar a cabo la actividad.
l. *La efectividad de las medidas preventivas deberá prever las distracciones o imprudencias no temerarias que pudiera cometer el trabajador.* Ha de tenerse en cuenta en la aplicación de este principio lo comentado en cuanto a trabajo monótono y repetitivo, que puede dar lugar a distracciones, bajadas de guardia como consecuencia de la relajación o del cansancio, que pueden propiciar accidentes; de ahí la conveniencia de una buena organización del trabajo.

Sin duda, lo más importante para garantizar unos estándares elevados de seguridad y salud en una sala de disección es integrar la prevención de riesgos laborales en su actividad cotidiana, evaluando permanentemente las nuevas actividades que surjan, cumpliendo con la planificación de la actividad preventiva aprobada, formando e informando a los trabajadores, que han de estar implicados, reconocidos y motivados a través del trabajo en equipo y un estilo de liderazgo que lo facilite, así como una buena

coordinación de actividades con empresas colaboradoras y personas de otras instituciones que puedan en un momento estar colaborando en la sala.

Agradecimientos

Por lo anteriormente expuesto, quiero compartir este trabajo con todos mis colegas del Servicio de Prevención de Riesgos Laborales, que cada día me ayudan a crecer como técnico en prevención de riesgos laborales y como persona, sin cuya ayuda no podría haberlo elaborado. Asimismo, quiero recordar en el mismo a mi amigo, Javier Puerta Fonollá, que tanto hizo por la Anatomía, y que tanto me ayudó con su conocimiento a superar y a comprender, en un momento difícil, hoy por suerte superado, algunas de las deficiencias de nuestro organismo, que pueden dan lugar a las peores enfermedades.

CAPÍTULO 4.

DISEÑO DE UNA SALA DE DISECCIÓN MODERNA

Antonio Letón. Arquitecto de la Universidad Complutense de Madrid. Dirección de obras y mantenimiento

Los aspectos arquitectónicos de una Sala de disección docente de anatomía humana fueron tratados y han servido de referencia en la denominada Acta de Barcelona de 1.996. Allí se trataban todos los puntos que en este trabajo se repasan con algunas variaciones y nuevos elementos que entran en juego por el avance de las tecnologías y de las sensibilidades sociales que hacen que la normativa avance, por ejemplo, en temas como el ahorro energético y la accesibilidad. Se hace referencia a algunas de estas normativas aunque debe tenerse en cuenta por el proyectista la que corresponda por la ubicación del edificio.

En primer lugar se hace referencia al espacio físico y los elementos que lo conforman. El espacio docente dedicado al estudio de la anatomía humana y sus patologías se modulará en función del número de alumnos y piezas cadavéricas con las que se trabaja. Cada módulo de trabajo será el formado por el espacio de cada una de las mesas de disección y el que ocupan los alumnos a su alrededor, así como el espacio de circulación entre ellos. Se pueden atribuir las siguientes dimensiones para calcular el módulo de trabajo:

Longitud: mesa de disección 2m + 0,8 m de distribuidor.

ancho: 0,7m de la mesa de disección + 0,6m x 2, ocupación de personas a cada lado + 0,8 m de distribuidor.

Quedaría un módulo de trabajo de 2,80 m x 2,70 m. Esta modulación sería adecuada para un ratio de 4 a 6 alumnos. Se deberá incrementar el espacio considerado para la zona del profesor, almacenamiento de material de trabajo, higiene y control de sala. Se sumará una superficie entre 10 y 15 m2. El número de módulos de trabajo quedará a criterio de la política docente del centro.

La sala estará revestida con materiales de fácil limpieza y asepsia. En cerramientos verticales se recomiendan revestimientos cerámicos esmaltados, pintura epoxídica o acabado vinílico. En suelos, plaquetas cerámicas, gres porcelánico, baldosas hidraúlicas o revestimientos continuos resistentes a productos químicos del tipo epoxí. Con un índice de resbaladicidad 2 según DBSUA 1 del Código Técnico de la Edificación (CTE). Los techos serán preferiblemente continuos con acabado en pintura plástica y

registros para instalaciones. Se deben rematar las esquinas y encuentros con el suelo con elementos curvos que faciliten la limpieza.

La carpintería interior podrá ser con acabado en resinas fenólicas o acero inoxidable con sistema de apertura mediante pulsador o correderas y dotadas de muelle de retorno. Se dotará de protecciones para trasiego de camillas, de acero inoxidable en cualquier caso.

Debido a la necesidad de tener controlado el ambiente interior es necesario que las puertas sean lo más estancas posibles, clase 3 o clase 4 según norma EN 12207:2000. Para ello estarán dotadas de burletes en todos sus lados. No se considera necesario cámaras con presión diferencial intermedia.

La carpintería exterior será estanca según la norma UNE-EN 12.207 de clase3. El hueco de ventana estará dotado de malla antiinsectos y dispositivos de control solar tipo persiana, lamas, etc.

Es importante pensar que la cantidad de renovaciones de aire necesarias, en virtud del ahorro energético, debería tener como consecuencia que la altura de la sala sea lo menor posible y dentro del confort que se espera. Esta altura será proporcional a la superficie de la sala. Se considera aceptable una altura libre entre 2,60 m y 3,00 m. Es preferible que las conducciones queden por encima del falso techo de modo que el volumen de aire a mover sea menor.

Las condiciones acústicas de los tabiques separadores dependerán de la normativa vigente. Un aislamiento de 45 dB es muy razonable, lo que se puede conseguir con un ladrillo hueco doble más yeso a ambas caras o una tabiquería formada por doble capa de cartón yeso más un aislamiento de lana mineral.

Las salas en sí mismas, no se pueden considerar zonas de riesgo en cuestión de incendios por lo que los elementos constructivos tendrán las características determinadas por su posición en el edificio, donde, en virtud de la superficie y uso, éste se divide en diferentes sectores de incendio, debiendo cumplir los cerramientos y huecos de separación entre ellos determinadas condiciones de resistencia al fuego. De forma análoga, se tratará la estructura del edificio.

Otros aspectos a tener en cuenta para las salas de disección docente, son el tratamiento del color, la orientación y la accesibilidad.

El color de paramentos verticales debe ser claro, que refleje luz y de sensación asepsia y relajación que minimice la tensión de los estudiantes que se enfrentan a este tipo de prácticas por primera vez. Considero que la gama adecuada va desde el blanco hasta gamas violetas, azules o verdes muy tenues. El suelo debe ser también de un color neutro, claro y los techos blancos. La mejor orientación para una sala de este tipo será la

de menos influencia por la variación del soleamiento, en función de la latitud, sombras arrojadas, arbolado, etc.

Las salas deben ser accesibles. Las actuaciones van encaminadas a cada uno de los grupos, discapacitados visuales, físicos o auditivos. Para los primeros, se tendrá en cuenta que la iluminación de la sala debe ser lo más continua posible, evitando puntos focales que les puede producir deslumbramientos. Se colocarán rodapiés que marquen perfectamente, por su color, la diferencia entre el suelo y los cerramientos verticales. La sala estará referenciada en un plano táctil en la entrada del edificio. La puerta vendrá numerada con dígitos en relieve. Para los discapacitados físicos hay que tener en cuenta anchos y sistemas de aperturas de puertas, altura de mandos en zonas de aseo y zona de trabajo. Sería conveniente considerar al menos una de las mesas adaptada. Para ello, la estructura no debe impedir que el usuario de la silla de ruedas pueda acercarse colocando sus piernas por debajo de ella (altura libre de 80 cm) y que las muestras estén a una altura no mayor de 1m. La modulación planteada para circulación en el interior de la sala es adecuada para este tipo de discapacidad. La discapacidad auditiva se solventa con un bucle electromagnético en la parte de la sala que se adapte, unido al amplificador del sistema de micrófono y al equipo multimedia. Este sistema se relaciona con el audífono del usuario.

A continuación se tratan las instalaciones que se deben tener en cuenta en el proyecto. La práctica de disección utilizando formaldehidos implica la necesidad de una renovación de aire muy importante. Siguiendo el Acta de Barcelona, donde se indicaba que el nº de renovaciones se incluía en un intervalo entre 20 y 30 renov/h, creo que debe acotarse por seguridad en el rango superior entorno a los 30 renov/h., salvo que se consideraran aspiraciones individuales sobre la mesa de disección hacia la parte inferior del solado bajo cada mesa y campanas de aspiración horizontales en la cabecera a la altura de la muestra. Este sistema puede ser válido para salas de carácter muy específico como la de preparación del cadáver o piezas, pero no para un aula. En estos casos se considerará la renovación en función de 50 m3/persona y hora. Se hace la observación que el nº de renovaciones podría disminuirse a 5 a la hora si se utilizaran piezas plastificadas.

En general, el sistema de ventilación se diseñará con difusores rotacionales sobre cada mesa de disección. La característica de estos difusores es que crea un flujo turbulento, no directo, que será menos molesto para las personas que están bajo el flujo y además son capaces de saltar obstáculos como por ejemplo las luminarias. Pueden cerrarse también en caso de no ser usados, aumentando el flujo de los restantes difusores. La

aspiración se hará por la parte inferior de la sala de forma perimetral de modo que todo el aire quede barrido. Para ello, es necesario que la Sala esté en ligera depresión por lo que la extracción será más potente que la impulsión. La ventilación se completará con un sistema de atemperamiento de aire bien con resistencia eléctrica o intercambiador de agua caliente y sistema de filtrado en la entrada y en la salida. Este último depende de la normativa medioambiental local que está fijada por el tipo de aire extraído y el volumen de este. Se podrá utilizar filtro de carbono activado o de óxido de aluminio impregnado de permanganato potásico para que el ambiente esté controlado. El sistema será regulable en intensidad. Se dotará la caja donde van alojados los filtros de un dispositivo con un pequeño ventilador hacia una compuerta donde se podrá introducir una sonda portátil calibrada que indique el porcentaje de formaldehido en el aire tras pasar el filtro. De ese modo, con chequeos periódicos se determinará cuando es necesaria su sustitución. Existe la posibilidad además de añadir estos filtros en el interior de las bolsas de conservación de las piezas cadavéricas para que a su apertura no liberen un exceso de formaldehido.

El espacio debe ser lo más hermético posible de modo que la ventilación siempre sea forzada. Se excluirá de esta situación, el caso de mantenimiento y limpieza donde es posible la ventilación natural.

El número de renovaciones necesario hace muy difícil el acondicionamiento del aire, lo ideal es añadir al sistema de ventilación una unidad de tratamiento de aire (UTA), complementada con un recuperador de calor que las normativas medioambientales exigen para ahorro energético. Todos los elementos mecánicos del sistema de ventilación y climatización deben alojarse, en la medida de lo posible, en la cubierta del edificio, consiguiendo con ello liberar de los problemas acústicos, aires viciados e injerencias de mantenimiento a los usuarios del edificio y del entorno.

El capítulo dedicado a la iluminación tiene también sus particularidades. Se considera una iluminación general de la sala de 600 lux ligeramente fría (5000ºk), con luminarias empotradas en falso techo y protección IP 65. Esta iluminación se suplementará mediante una lámpara quirúrgica de led con brazo articulado suspendida de una estructura del techo con luz ligeramente cálida (3.500ºk) hasta de 70.000 lux. La iluminación será comandada desde el puesto del profesor o técnico de laboratorio. La iluminación general se distribuirá en circuitos dotándose la célula fotoeléctrica de control de luz en función de la iluminación exterior.

La instalación de fuerza se hará con las consideraciones de cuarto húmedo, colocando bases de enchufe por encima de 1,10 m de altura y con categoría IP44. La protección de

los circuitos en los cuadro eléctricos estarán dotados de diferenciales superinmunizados. Se considerará la colocación de bases de enchufe en techo y conexiones HDMI y USB para sistemas de pantallas, distribuidas por la sala en función del tamaño. Existirá un equipamiento multimedia para la docencia conectado a los monitores de la sala y sistema de voz y datos para conexión con el exterior, con conectores RJ 45 en el puesto del profesor.

Finalmente, en la sala de docencia, existirá una zona de limpieza para los usuarios, dotada de grifo mezclador gerontológico con agua caliente y fría y expendedor de jabón y seca-manos. También se dotará de lavaojos y ducha de emergencia. Para la limpieza se dotará a la sala de un sumidero sifónico. El saneamiento de esta zona se supone que no lleva residuos orgánicos, aún así es deseable conectarlo a la red de saneamiento de la zona donde previo a su conexión al saneamiento general, se colocará una arqueta sifónica dotada de un sistema de decantación extraíble con cuba de acero inoxidable.

En torno a la sala de disección docente se deben desarrollar espacios servidores además de los propios de recepción de cadáveres así como de su preparación y almacenamiento. Entre estos están los vestuarios para personal con separación de zona limpia y sucia, lavandería, zona de taquillas y aseos para alumnos, almacén de productos químicos, y servicios administrativos.

Todo lo anterior se debe proyectar y construir de acuerdo a normas de la construcción, entre ellas, las normativas generales que se siguen en España aplicables a este tipo de proyecto son: CTE, código Técnico de la Edificación; RITE, reglamento de instalaciones térmicas; REBT, reglamento electrotécnico de Baja Tensión y Reglamento de almacenamiento de productos químicos y guías prácticas de buenas prácticas (NTP) elaboradas por el ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

CAPÍTULO 5.

FICHA Y CARNET DE DONACIÓN. ACTA DE DONACIÓN Y TARJETA DE DONACIÓN.

José Francisco Rodríguez Vázquez. Catedrático de Anatomía y Embriología Humana. Facultad de Medicina. Universidad Complutense de Madrid

Acta de Donación y Tarjeta de Donación

Un análisis de la actual situación sobre la donación indica que no hay una normativa clara que desarrolle la utilización del cadáver para la enseñanza. Aunque la posibilidad de utilizar el cadáver para la educación e investigación médica está prevista en el artículo 6, del Reglamento de Policía Sanitaria Mortuoria, decreto 2263/1974 de 20 de julio, las comunidades autónomas, en virtud de sus competencias y transferencias de funciones efectuadas por el Real Decreto 1359/1984 de 20 de junio, han dictado sus propios reglamentos de Policía Sanitaria Mortuoria, similares o copia del reglamento de 1974. A nuestro juicio, toda esta legislación es incompleta para dar cobertura y uniformidad a las necesidades actuales de los departamentos de anatomía en el complicado proceso de Donación. En estos reglamentos se indica que la utilización de cadáveres humanos con fines docentes e investigadores podrá realizarse siempre y cuando no conste la oposición de la persona del finado o de la familia de éste y no haya intervención judicial. En consecuencia, el consentimiento informado en forma de Acta de Donación debe ser un requisito necesario en la donación del cuerpo para su utilización con fines de enseñanza e investigación. En numerosos países es necesario, como queda reflejado en el informe del grupo "Trans-european Pedagogic Research Group for Anatomical Sciences (McHanwell y cols.2008, Riderer y cols.2012). Siendo fundamental, por tanto, el consentimiento informado, consideramos que el uso de cuerpos no reclamados, es totalmente contrario a la voluntad libremente ejercida y capaz que se expresa mediante el consentimiento. Aunque el uso de cuerpos no reclamados pudiera ser una fuente legítima y aceptado en determinados lugares (Dasgupta, 2004, Cunningham, 2009), o incluso abierta esta posibilidad en algunos reglamentos de policía sanitaria mortuoria (Reglamento de Policía Sanitaria Mortuoria de Andalucía, Art. 25), los anatomistas no debemos aceptar cuerpos no reclamados. Como dice Jones y Whitaker, 2012, tenemos la obligación de ser conscientes éticamente y no aceptar ciegamente las normas impuestas políticamente. Blakely y Harrington, 1997, llegan a expresar que los tratados de manera desigual en la vida fueron tratados de manera desigual en la muerte.

El acto de donación viene marcado por el deseo de donar el cuerpo y respetar su deseo es respetar su cadáver. Existe y debe en consecuencia existir una confluencia entre el consentimiento informado y la ética. Si el consentimiento informado del difunto debe ser un requisito para el uso anatómico del cuerpo, se deduce que el uso de cuerpos no reclamados es injustificado (Wilkinson, 2014).

Se ha realizado un análisis sobre los aspectos más importantes que debiera contener el Acta de Donación. La información a las personas que desean donar sus cuerpos, debe ser comprensible, rigurosa y veraz. Consideramos que la información debiera incluir:

a) Una breve explicación sobre la Anatomía y qué importancia tiene la donación para su estudio.

b) Se debe indicar que las donaciones están legalmente previstas recogidas en los reglamentos de la Policía Sanitaria Mortuoria de las Comunidades Autónomas. Como ejemplo, las donaciones para fines científicos y de enseñanza están previstas y recogidas en el artículo 4.1 del decreto 124/1997, de 9 de octubre de la Comunidad de Madrid.

c) El donante debe saber que se le garantizará la protección de la intimidad personal y el tratamiento confidencial de los datos personales (Art. 5.Ley de 14/2007 de 3 de julio, de investigación biomédica). La donación implica, asimismo, la renuncia por parte del donante a cualquier derecho de naturaleza económica o de otro tipo sobre los resultados que pudieran derivarse de manera directa o indirecta de las investigaciones que se lleven a cabo (Art.7. Ley de 14/2007 de 3 de julio, de investigación biomédica).

d) Cualquier investigación que se realice sobre el cuerpo donado seguirá los principios éticos del código de Helsinki (2013).

e) Una información clara sobre los requisitos que se deben reunir para que pueda ser aceptada la donación de un cuerpo con fines docentes y de investigación científica, y cuáles son las causas de exclusión. Una información clara sobre los requisitos que se deben reunir para que pueda ser aceptada la donación de un cuerpo con fines docentes y de investigación científica, y cuáles son las causas de exclusión. Consideramos causas de exclusión: haber sufrido un estudio postmorten para determinar las causas de la muerte (necropsia); haberle sido retirados uno o varios órganos para trasplantes (exceptuando la córnea); presentar amputación de extremidades; tener gran obesidad o emaciación (adelgazamiento morboso); ser portador de enfermedades infecciosas de alto riesgo y poder de contagio como las hepatitis víricas, HIV/AIDS, encefalopatía espongiforme, tuberculosis, gangrena,

cólera, rabia, peste, carbunco, ébola, o cualquier otra que pueda ser incluida en este grupo por las autoridades sanitarias; haber tenido demencia; haber sufrido cirugía invasiva reciente de la que no se ha recuperado antes de la muerte; tener un importante edema corporal, el moderado puede ser aceptado; presentar deformidades severas de la columna vertebral y/o de otras partes del cuerpo; tener quemaduras severas y haber sufrido contaminación radioactiva, estar contaminados por productos radioactivos o ser portadores de prótesis con radioelementos radiactivos.

f) Instrucciones sobre la documentación necesaria. Para la aceptación del donante por el Departamento de Anatomía es necesario: documentación de la donación y/o tarjeta del donante; fotocopia del DNI; certificado de defunción; licencia de sepultura del registro civil y la historia clínica del donante.

g) Informar de que el departamento receptor del donante fallecido es responsable de su preservación, cuidado y seguridad, con el máximo respeto, dignidad y anonimato hasta que sus restos hayan sido incinerados. El cadáver representa no solo un modelo científico para la anatomía humana, sino también una persona que vivió y merece la dignidad y el respeto adecuado. El departamento de anatomía es el "guardián" del cadáver y debe hacer cumplir los deseos de la persona fallecida. En este sentido el donante sí tiene derechos después de la muerte, incluso de una manera expresiva se piensa como una personalidad post mortal (Prof. Brenner en Riderer y cols., 2012).

h) Todos los costes derivados de la donación, siempre que se cumplan las condiciones establecidas en este documento y no se encuentre entre las causas de exclusión, y en el caso de no existir seguro de deceso, correrán a cargo del Departamento que reciba al donante fallecido. En el caso de que el cuerpo donado sea cedido a otra Universidad, los costes correrán a cargo de la Universidad receptora del cuerpo. Se aconseja mantener el seguro de deceso si lo hubiera.

Se ha considerado, al igual que otros países, que la cremación es la mejor opción (Pérez Gálvez, 1995) para la eliminación del cadáver o restos cadavéricos; son residuos pertenecientes al grupo III y IV.

Finalmente se propone un modelo de Acta de Donación, en la que además de los aspectos formales, se requiere el consentimiento del donante para utilizar el material gráfico de una investigación, así como para el traslado y cesión de su cuerpo a otra Universidad, siempre que sea utilizado para los mismos fines científicos y de enseñanza, para los que fue donado. La tarjeta de donante es constante en nuestro entorno, y debe ser mantenida con los documentos del donante, para demostrar su decisión después de la muerte.

Un deseo de los anatomistas sería alcanzar un marco jurídico, preciso, amplio y sin ambigüedades sobre la donación del cuerpo para ser utilizado con fines científicos y de enseñanza. Pero también una uniformidad del mismo y tratar de alcanzar una certificación del proceso de donación, como la obtenida en la Universidad de Padua (Porzionato y cols. 2012).

Bibliografía

Blakely, R.L.; Hurrington JM (eds.) 1997. Bones in the Basement: Postmorten Racism in Nineteenth-Century medical Training. Washington: Smithsonian Institution Press.

Cunningham E. 2009.In death, a gift for the living. The Gazette, November 13. URL:http://www.gazette.net/stories/11132009/polinew 194214_32521.shtml

Dasgupta N. 2004 Studentjama.Unclaimed bodies at the anatopmy table. JAMA 291:122.

Declaracion de Helsinki de la AMM-Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos. World Medical Association.64ª Asamblea General.Fortaleza, Brasil, octubre 2013.

Jones,D.G.; Whitaker,M.I. 2012. Anatomy´s use of unclaimed bodies: reasons against continued dependence on an ethically dubious practice. Clin. Anat. 25 : 246-254.

Ley 14/2007, de 3 de julio, de investigación biomédica

McHanwell, S. Brenner ,E.; Chirculescu, A.R.M.; Drukker, J.; van Mameren; Mazzotti, G.; Pais, D.; Paulsen, F.; Plaisant, O.; Caillaud, M.M.; Laforêt, E.; Riederer,B.M.; Sañudo, J.R.;Bueno-López, J.L.; Doñate-Oliver, F.; Sprumont, P.; Teofilovski-Parapid, G.; Moxham, B.J. 2008. The legal and ethical framework governing body donation in Europe- A review of current practice and recommendations for good practice. Eur.J. Anat. 12:1-24.

Pérez Gálvez J.F. 1995. Policía sanitaria mortuoria. Especial referencia a la cremación: una necesaria reformulación jurídico-administrativa. DS. 3:235-246.

Porzionato, A.; Macchi, V.; Rambaido, A. M.; Sarasin, G.; Parenti, A.; Scipioni,A.; De Caro, R. 2012. Quality management of body donation program at the university of Padova. Anat. Sci. Educ. 5: 254-272.

Real Decreto 1359/1984 de 20 de junio

Reglamento de Sanidad Mortuoria de la Comunidad de Madrid. Decreto 124/1997, de 9 de octubre

Reglamento de Policía sanitaria mortuoria de Andalucía. Decreto 95/2001, de 3 de abril.

Reglamento de Policía Sanitaria Mortuoria. Decreto2263/1974 de 20 de julio.

Riderer, B.M.; Bolt, S.; Brenner, E.; Bueno-López, J.L.; Circulescu, A. R.M.; Davies, D.C.; De Caro, R.; Gerrits, P.O.; McHanwell, S.; Pais, D.; Paulsen, F.; Plaisant, O.; Sendemir, E.; Stabile, I.; Moxham, B.J. 2012. The legal and ethical framework governing body donation in Europe-1st update on current practice.Eur.J.Anat. 16:1-21.

Wilkinson,T.M. 2014. Respect for the dead and ethics of anatomy. 27:286-290.

ACTA DE TRASLADO Y CESIÓN

El Departamento de Anatomía y Embriología Humanas traslada y cede la donación al departamento de……para ser utilizado con fines científicos y de enseñanza, haciéndose cargo de todos los gastos derivados del mismo.

En _____a _____de _____de 201

FIRMA:_____FIRMA:_____

Director del Departamento Anatomía y Embriología Humanas. UCM

Director del Departamento receptor

CAPÍTULO 6.

RECEPCIÓN, PRESERVACIÓN, MANTENIMIENTO Y RETIRADA DE CADÁVERES Y RESTOS HUMANOS PARA LA ACTIVIDAD DOCENTE E INVESTIGADORA

Francisco J. Valderrama (Profesor Titular de Anatomía y Embriología Humanas), José Ramón Sañudo, Teresa Vázquez, Eva Maranillo.
Departamento de Anatomía y Embriología Humanas. Facultad de Medicina. Universidad Complutense de Madrid.

Preámbulo

Si en el aprendizaje de la Anatomía Humana en cualquier disciplina de las ciencias de la salud es esencial el cadáver, si la formación continua para los profesionales de muchas disciplinas sanitarias es inabordable sin el cadáver, si ciertas líneas de investigación clínica sólo pueden desarrollarse en el minucioso estudio del cadáver, entonces podemos concluir que, desde la entrada de un cadáver en un departamento de Anatomía, el respeto debido al donante ha de expresarse con un desarrollo totalmente protocolizado, profesional y preciso de las tareas de recepción, preparación, conservación y retirada del cadáver o de los restos cadavéricos.

Para el desarrollo adecuado de todas las labores incluidas en este escrito técnico, es imprescindible entenderlo desde al absoluto respeto a la legislación, y al sentido común, que dimana de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. Por lo tanto, todas las obligaciones y recomendaciones en esta materia han de cumplirse de manera escrupulosa en el desarrollo de todas las actividades; de manera concreta, en las tareas en las que sea preceptivo, o recomendado, el personal que las realice irá equipado con los EPIs reglamentarios y pondrá en funcionamiento las instalaciones de renovación de aire, calefacción cualesquiera necesarias para el correcto desarrollo de la actividad. Por otra parte, resulta inexcusable decir que el texto respeta y está completamente inscrito en la legislación vigente al respecto del manejo y eliminación de cadáveres y restos humanos.

Este documento pretende, con la humildad y el agradecimiento debidos, ser heredero del "Acta de Barcelona" (1996), pionera en España en compilar y articular de manera eficiente el conocimiento, experiencia y sentido común en la gestión del cadáver con fines docentes y científicos.

Recepción y preparación del cadáver

Durante todo el proceso es obligatoria la presencia de dos personas para la realización de las tareas.

El cadáver entregado por los servicios funerarios se deposita en la mesa de autopsia de la sala de inyección y se le retiran las posibles vestimentas o sudario que lo cubran, depositando las vestiduras en un contenedor adecuado para la retirada e incineración de residuos biosanitarios de clase II (Decreto 83/1999 de residuos sanitarios y citotóxicos de la Comunidad de Madrid, Ley 5/2003 de Residuos de la Comunidad de Madrid). Se procede al rasurado del cadáver, eliminando los restos de vello y cabello en el mismo contenedor de la vestimenta, y se lava completamente con jabón bactericida.

Previamente a iniciar el protocolo de embalsamamiento, se extraen 10 cc de sangre del cadáver destinada a la determinación de VIH y hepatitis B/C por parte de un laboratorio. En una comunicación personal a los firmantes de este documento se informó de un estudio, desarrollado durante dos años en 180 donaciones con historias clínicas "limpias", en el que se detectó serología positiva en un 8% de los casos. La muestra sanguínea es remitida inmediatamente al laboratorio que realizará la determinación, y se continúa con el procedimiento rutinario de embalsamamiento. Una vez que el laboratorio remita el informe, en 48 horas, si el resultado es positivo para alguna de las determinaciones el cadáver será retirado para su incineración como residuos biosanitarios de clase IV (Decreto 83/1999 de residuos sanitarios y citotóxicos de la Comunidad de Madrid, Ley 5/2003 de Residuos de la Comunidad de Madrid) mientras que, de ser negativas, el cadáver podrá ser almacenado o procesado.

Si un cadáver no puede ser inyectado inmediatamente, podrá permanecer un máximo de 48 horas en una cámara a 2ºC, después de haber realizado todo el procedimiento de rasurado y lavado, hasta poder ser inyectado.

Embalsamamiento

El protocolo de embalsamamiento aquí descrito está basado en el desarrollado y utilizado en la Universidad de Cambridge (Logan, 1983; Logan y cols., 1989). Contempla dos fases: venosa y arterial. La primera fase, la canulación venosa, consiste en perfundir dos litros de solución salina fisiológica a través de la vena femoral, con el objetivo de limpiar de trombos el sistema venoso.

La segunda fase aborda una canulación arterial, generalmente la arteria femoral en el tercio medio del muslo izquierdo, procediendo con una incisión longitudinal, y por planos, hasta localizar e identificar de la arteria femoral cubierta por el músculo

sartorio. Se comprueba entonces que la posible presencia de placas de ateroma calcificadas no impida la canulación. En caso de producirse ese hecho, se procedería a buscar la arteria femoral contralateral; de persistir la situación, se pasaría a localizar la femoral en el triángulo femoral. La secuencia continuaría en el cuello, primero con la arteria carótida común izquierda y, finalmente, la derecha. Una vez localizada la arteria elegida y apta, se procede a incidir la arteria longitudinalmente, nunca transversalmente, y a introducir y fijar la cánula. El sistema está conectado a la bomba de inyección y, el extremo libre del tubo, al bidón del líquido embalsamador. El líquido embalsamador, que se obtiene comercialmente de varias firmas, es un líquido de base alcohólica (bien metanol, bien etanol de 96%) que sirve como diluyente para el fenol, el formaldehido (que en la mezcla final no alcanza el 4% de la solución) y la glicerina (Thompsett, 1970; Acta de Barcelona, 1996; Brenner, 2014; Logan, 1983; Logan y cols., 1989).

Se pone en marcha la bomba, con muy baja velocidad de flujo inicialmente y comprobando que la ligadura de la cánula está estanca y que no hay fugas en la arteria ni en el sistema; si todo es correcto, fluirá líquido desde la vía venosa que se ha dejado abierta, hasta perfundir unos 2 litros, momento en el que se cierra dicha vía y se aumenta el flujo hasta la velocidad máxima de la bomba.

Durante el proceso de se comprueba que esta progresa adecuadamente observando el aumento del volumen abdominal, la ingurgitación de las venas superficiales del cuello y la pérdida de líquido desde las mucosas nasal, oral y anal; la presencia de placas blancas en la piel en una señal de buena perfusión, pues indica el depósito de fenol desde la vascularización periférica. Verificado este proceso se realiza la inyección del miembro inferior distal al punto inicial, reorientando la cánula en sentido inverso. Perfundido completamente el miembro inferior se retira la cánula y se suturan la arteria y el plano cutáneo.

Se puede mejorar el embalsamamiento con inyecciones locales de mezcla fijadora en las siguientes regiones: manos y muñecas, pies y tobillos, regiones poplítea, genital, glútea, pectoral, hombro. Se completa el proceso mediante la inyección en el encéfalo, a través el ángulo interno de las órbitas, depositando medio litro de solución en varias inyecciones. Finalizada la perfusión el cadáver recibe un segundo lavado con agua y jabón bactericida y fungicida, que adicionalmente elimina los restos de líquido embalsamador. El cadáver permanecerá en la sala de inyección durante las 48 horas posteriores a la perfusión, apoyado sobre unos rulos de algodón en las zonas de contacto sobre la mesa, y, recordemos, si se confirma que es portador de virus VIH o hepatitis B/C, se procederá a su incineración.

Congelación del cadáver

Se realizarán todos los pasos de toma de muestra sanguínea para la serología de VIH y hepatitis B/C, desvestido, rasurado y lavado del cadáver para, sin solución de continuidad, depositar el cadáver en la cámara de congelación. El protocolo de detección de VIH y hepatitis B/C se seguirá escrupulosamente y en caso de confirmarse algún positivo, el cadáver se incinerará.

Un cadáver puede congelarse para mantenerlo hasta un proceso de embalsamamiento posterior.

Almacenamiento definitivo del cadáver

El cadáver, con su código de identificación (esta identificación debería de contener información de si el cadáver tiene alguna prótesis para facilitar el trabajo de los técnicos) atado o cosido en, para mayor comodidad, en uno de los dedos gordos, se embolsa en un saco de polietileno transparente, pues así se facilita su observación para vigilar el estado de conservación. Así embolsado, es depositado en una cámara refrigerada a unos 11ºC, permaneciendo en ella, un mínimo de seis meses, hasta su ulterior utilización.

Obtención, almacenamiento y mantenimiento las de piezas cadavéricas

La obtención de diferentes regiones anatómicas individualizadas para facilitar su estudio mediante disección, así como la generación de secciones anatómicas en los tres planos espaciales, hace necesario el corte de los cadáveres empleando una sierra industrial. Los cadáveres, o las piezas a seccionar, habrán de estar a unos 4ºC, si es material embalsamado, o congeladas, en el caso de cadáveres o piezas sin embalsamar, para favorecer el proceso de corte.

Las secciones anatómicas, cubiertas con un paño de algodón, se guardan en bandejas de plástico apilables conteniendo una lámina de solución conservante (solución acuosa al 25% de glicerina, 10% de etanol 96% y 2% de fenol; Thompsett, 1970) y estas bandejas, a su vez, se disponen en una cámara de almacenamiento.

Las secciones anatómicas se guardan en contenedores de cierre estanco, con ruedas para que su desplazamiento sea ergonómico y sencillo. Las piezas han de estar envueltas en paños de algodón y la tina debe de contener un pequeño volumen de solución conservante.

Si las piezas son congeladas se guardan en arcones congeladores o cámaras de congelación.

Las piezas anatómicas previamente embalsamadas y destinadas a su uso en docencia e investigación, se almacenan en bandejas de armarios frigoríficos a 10ºC, o contenedores a temperatura ambiente, cubiertas con paños de algodón, y con un pequeño volumen de la solución conservante. Es preciso reponer la solución una vez cada semana, pues de no hacerse así, se produce el deterioro e inutilización de las piezas en aproximadamente dos semanas.

Retirada y eliminación de cadáveres, restos cadavéricos y otros residuos

La legislación sobre los residuos sanitarios o biosanitarios depende de las comunidades autónomas (Canalejas-Pérez, Gadea-Carrera, Solórzano-Fábrega, 2009).

Desde el punto de vista legal, una Facultad de Medicina o un centro de investigación que utilice cadáveres o restos humanos, es considerado como centro sanitario (Canalejas-Pérez, Gadea-Carrera, Solórzano-Fábrega, 2009).

En la Comunidad de Madrid, el Decreto 83/1999 se clasifica los residuos en siete clases de las que, de acuerdo con esta legislación, un departamento de Anatomía y Embriología Humanas genera las siguientes:

Clase II. Residuos sanitarios asimilables a urbanos

En este tipo de residuos se incluyen el material de enfermería, quirúrgico y en general todo material desechable en contacto con pacientes, fluidos corporales, muestras biológicas, animales y otros, cuyo riesgo de infección está limitado al interior de los centros sanitarios y que no están incluidos en el grupo de residuos específicos de riesgo. Entre ellos se encuentran los siguientes:

- Gasas con restos de fluidos corporales
- Guantes y otros desechables quirúrgicos
- Ropa desechable
- Material de laboratorio desechable

Envases y retirada de los residuos de clase II

Los envases para residuos biosanitarios asimilables a urbanos han de ser opacos, impermeables y resistentes a la humedad; si se trata de bolsas de plástico la galga mínima es de 200, y han de ser verdes y de un volumen no superior a los 70 litros, tampoco pueden generar emisiones tóxicas por combustión. Estos residuos tienen la consideración de residuos urbanos, por lo que pueden desecharse a los contenedores de restos orgánicos (Decreto 83/1999 del a Comunidad de Madrid).

Clase III. Residuos biosanitarios especiales

Grupo 9: Tejidos o partes del cuerpo de pequeña entidad, a excepción de piezas dentarias, incluidos productos de la concepción, obtenidos como consecuencia de traumatismos o durante actividades quirúrgicas o forenses, no conservados mediante formaldehido u otro producto químico.

Envases y retirada de los residuos de clase III.

Los envases para residuos biosanitarios de clase III pueden depositarse en envases rígidos, o semirrígidos –máximo de 60 litros-, que han de cumplir varios requisitos de constitución y de etiquetado (libre sustentación, opacidad, impermeabilidad, resistencia a la humedad, de cierre hermético, que no generen emisiones tóxicas por combustión, con el pictograma "Biopeligroso" y su texto asociado), o en bolsas (galga mínima es de 300, de color rojo, opacas, impermeables y resistentes a la humedad, de un volumen no superior a los 80 litros y que no generen emisiones tóxicas por combustión). Estos residuos han de ser retirados y eliminados exclusivamente por agentes autorizados (Decreto 83/1999 del a Comunidad de Madrid).

Clase IV. Cadáveres y restos humanos de entidad suficiente.

La retirada y eliminación de residuos del grupo IV (regulados por el Decreto 2263/1974, Estado Español, y el Decreto 124/1997 de la Comunidad de Madrid) debe de ser realizado por una empresa funeraria, y el destino de los mismos es la incineración.

Agradecimientos

A Avelina Hidalgo Navas e Isabel Casado Romera, por su excelente trabajo y su dedicación.

Bibliografía y legislación

Acta de Barcelona (1996) (http://www.sociedadanatomica.es/documentos/actabarcelona.doc)

Brenner E (2014) Human body preservation – old and new techniques. J Anat 224, p.316-344

Canalejas-Pérez P. Gadea-Carrera E, Solórzano-Fábrega M. (2009) Gestión de residuos sanitarios. Nota técnica de prevención 838. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Canalejas-Pérez P. Gadea-Carrera E, Solórzano-Fábrega M. (2009) Recogida, transporte y almacenamiento de residuos sanitarios. Nota técnica de prevención 853. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Logan BM (1983) The long term preservation of whole human cadavers destined for anatomical study. Ann Royal Coll Surg Eng 65, 333.
Logan BM, Watson M, Tattersall R. (1989) A basic synopsis of the 'Cambridge' procedure for the preservation of whole human cadavers. Institute of Anatomical Sciences Journal 3, 25.
Thompsett DH (1970) Anatomical Techniques pp:4-8. Edinburgh & London: E&S Linvingstone.

Legislación

Europea

- Directiva Marco 91/156/CEE sobre residuos de cualquier naturaleza, por la que se modifica la Directiva 75/442/CEE.
- Directiva 91/689/CEE relativa a los residuos peligrosos.

Española

- Decreto 2263/1974, de 20 de julio (B.O.E. 17.8.1974). Reglamento de Policía Sanitaria Mortuoria.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre (B.O.E 10.11.1995), de prevención de Riesgos Laborales.
- Decreto 124/1997, de 9 de octubre, de la Comunidad de Madrid por el que se aprueba el reglamento de Policía Sanitaria Mortuoria.
- Ley 5/2003, de 20 de marzo, de Residuos de la Comunidad de Madrid.
- Decreto 83/1999, de 3 de junio, que regula las actividades de producción y de gestión de los residuos biosanitarios y citotóxicos en la Comunidad de Madrid.

CAPÍTULO 7.

LA TÉCNICA DE DISECCIÓN

Eva Maranillo. Profesora titular Anatomía y Embriología Humanas. Facultad de Medicina. Universidad Complutense de Madrid.

La disección es una técnica anatómica que nos permite, mediante el uso de diversos instrumentos, exponer de forma sistemática los diferentes elementos que configuran las regiones del cuerpo humano. Las regiones del cuerpo humano se organizan topográficamente en varios planos que se suceden desde la superficie hacia la profundidad.

Para realizar una disección necesitamos:

1. Bibliografía: Antes de iniciar una disección es necesario realizar un estudio exhaustivo de los límites, planos, contenido y variaciones anatómicas de la región a disecar. Es recomendable que el alumno, solo o en grupo, elabore un protocolo de disección explicando con dibujos o imágenes los pasos a seguir y las estructuras a disecar. De este modo, podremos aclararle las posibles dudas que le hayan surgido y sabrá exactamente qué es lo que tiene que hacer en todo momento.
2. Equipo**:** El alumno debe ir equipado con guantes y una bata blanca abrochada en la que figure su nombre para facilitar las relaciones interpersonales. Ha de llevar el pelo recogido, a poder ser en un gorro de tipo quirúrgico, para evitar la contaminación de la pieza cadavérica. Los zapatos han de ser cerrados y de suela de goma para evitar lesiones, en caso de que se le caiga el instrumental quirúrgico, y resbalones.
3. Material cadavérico adecuado**:** La disección en los grados se realiza en material cadavérico embalsamado. Este material debe estar en buenas condiciones (limpieza, fijación, conservación) y perfectamente identificado de forma que sepamos en todo momento de qué cadáver procede la pieza que estamos disecando para que podamos consultar su historia clínica si es necesario (sexo, edad, intervenciones quirúrgicas, enfermedades, etc).
4. Instrumental adecuado: En función de la región a disecar, utilizaremos un tipo de instrumental u otro. El material básico de disección se compone de un bisturí, dos pinzas (con y sin dientes) y unas tijeras. Como material complementario dispondremos de un separador autoestático, martillo, escoplo, pinzas Kocher etc. Para regiones especialmente delicadas, como pueden ser la órbita, los plexos el

sistema nervioso autónomo o la vascularización de la base del encéfalo, usaremos material de microdisección y lupas de aumento.

5. Estación de trabajo**:** Debe ser una superficie plana perfectamente limpia, bien iluminada y bien aireada. Equipada con un rotulador para marcar las líneas de incisión en la piel, un difusor de agua para humedecer la pieza cadavérica y evitar que se reseque, una bandeja donde depositar la pieza, una o varias estructuras que estabilicen la pieza para que no se mueva mientras la disecamos, si es preciso, una batea con una gasa o papel para depositar los restos que vamos extrayendo, un atril donde poner el protocolo de disección, el atlas o el libro de anatomía con el dibujo o la foto del plano que vamos a disecar, alfileres para sujetar estructuras delicadas o de poco peso, un contenedor de objetos punzantes para las hojas de bisturí desechadas y el contenedor adecuado de residuos orgánicos donde depositar finalmente los restos acumulados en la batea**.**
6. Método**:** Primero nos aseguraremos de que el alumno coge de forma correcta el instrumental de disección y de que sabe poner y quitar la hoja del bisturí.
   Es imprescindible que el alumno en todo momento sepa ***qué*** es lo que está buscando, *dónde* debe buscarlo y *cómo*. No ha de "tropezar" por casualidad con las estructuras anatómicas porque, de ser así, la práctica de la disección no tiene sentido.
   La disección de los diferentes planos se realizará ordenadamente, de superficial a profundo, siguiendo los siguientes pasos:
   a) Reconocimiento de las estructuras: diferenciar por la textura y coloración los diferentes elementos que constituyen el plano (músculo, vena, arteria, nervio, etc)
   b) Identificación de las estructuras: especificar de qué estructura se trata (arteria radial, nervio ulnar, etc)
   c) Limpieza de las estructuras: quitar la grasa que las recubre para dejarlas bien expuestas y mostrar sus relaciones con las estructuras adyacentes.
7. Exposición**:** finalmente los alumnos realizan una comunicación oral en la que exponen, con fotografías de su propia disección, todo el proceso que han realizado y cuentan su experiencia (dificultades, variaciones, errores, etc). Completan la exposición con dos apartados en los que explican las variaciones anatómicas y las patologías más frecuentes de la región disecada, independientemente de que las hayan encontrado o no en ella.

¿Qué aporta la disección a los alumnos de grado?

1. Competencias transversales o generales

Capacidad de análisis, síntesis e integración de la información

Desarrollo de la comunicación oral y escrita

Trabajo en equipo; coordinación, cooperación, distribución equitativa del trabajo, etc.

Desarrollo de la observación, asociación y deducción

Desarrollo de la orientación y disposición espacial

Habilidad en las relaciones interpersonales (sociabilidad, empatía, paciencia, tolerancia, honestidad, etc)

Desarrollo del pensamiento crítico

Habilidad manual en el manejo del material quirúrgico

Gestión y optimización del tiempo

Orden, organización y pulcritud

Fomenta el espíritu autocrítico

Desarrollo de la atención, concentración y perseverancia

Compromiso ético: Respeto al cadáver y al trabajo de los demás (personal técnico de la sala de disección, personal de limpieza, compañeros de grupo, profesor…)

Compromiso personal: Responsabilidad y obligaciones (cuidado adecuado del material cadavérico, del instrumental quirúrgico, de la estación de trabajo, etc, realización del trabajo asignado de forma correcta y en el tiempo establecido)

Toma de decisiones

Conocimientos informáticos, de fotografía y de idiomas

2. Competencias específicas

Conocimiento detallado del cuerpo humano y de sus variaciones

Saber diferenciar, localizar e identificar los diversos tipos de estructuras que lo constituyen.

Conocimiento y utilización adecuada de la nómina anatómica

CAPÍTULO 8.
POSTGRADO Y FORMACIÓN CONTINUADA

Teresa Vázquez Osorio. Profesora titular de Anatomía y Embriología Humanas. Facultad de Medicina. Universidad Complutense de Madrid

La Formación Continuada es una formación no reglada, necesaria en el progreso científico y técnico se produce de forma constante en las ciencias de la salud. Su incidencia en la organización y funcionamiento de la asistencia médico-sanitaria, cada vez más compleja y eficaz, es directa.

Tanto la formación de postgrado como la formación continuada, en el ámbito sanitario, están fundamentalmente dirigidas a conseguir reforzar el nivel de cualificación de los profesionales en los diferentes sectores, evitando así el estancamiento en su cualificación y mejorando por tanto su situación laboral y profesional, responder a las necesidades específicas de la sociedad, potenciar la competitividad de las instituciones y empresas y adaptar los recursos humanos a las innovaciones tecnológicas.

En otros países existen instituciones dedicadas al control e implantación de este tipo de formación; entre estos ejemplos es merecedor de mención expresa el del Reino Unido donde los Reales Colegios de Cirujanos son los responsables de todo el proceso (desde la acreditación hasta la evaluación) en la formación continua de un profesional sanitario. Disponen de programas de formación durante todo el año a los que los profesionales optan en función de su preparación, necesidades y disponibilidad horaria. Esto permite que los programas anuales de formación puedan estar casi "diseñados a la medida" del profesional.

En el caso de nuestro país, los responsables primeros de su impartición son los Centros Educativos y, en el caso de la Formación continuada en el ámbito sanitario las Universidades y los Hospitales Universitarios.

Existe un número elevado de acciones formativas que se desarrollan en el campo de las Ciencias de la Salud y asegurar la calidad de las múltiples actividades de formación continuada que se ofertan a los profesionales sanitarios es responsabilidad de las Administraciones públicas, quienes han establecido sistemas voluntarios de acreditación de competencias delegadas a las comunidades autónomas.

El órgano colegiado de las Administraciones Públicas, adscrito a la Comisión de Recursos Humanos del Sistema Nacional de Salud, creado con el fin de armonizar el ejercicio de las funciones que las administraciones sanitarias públicas y demás instituciones y organismos ostentan en materia de formación continuada así como de

coordinar las actuaciones que se desarrollen en dicho campo es la Comisión de formación continuada de las profesiones sanitarias. A la Comisión de Formación Continuada le corresponden, entre otras, las siguientes funciones:

1. Emitir informes o dictámenes en materia de formación continuada a solicitud del Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad, de las Consejerías de Sanidad de las comunidades autónomas y de otras entidades, organismos o instituciones.
2. Estudio, informe y propuesta para el establecimiento de procedimientos, criterios y requisitos para la acreditación y la acreditación avanzada de profesionales en un área funcional específica de una profesión o especialidad, como consecuencia del desarrollo de actividades de formación continuada acreditada.
3. Elaborar propuestas para el establecimiento de mecanismos de reconocimiento mutuo entre los sistemas acreditadores, manteniendo, cuando así sea necesario para hacer efectiva esta función, relaciones con organizaciones y entidades acreditadoras en el ámbito internacional.

En este último aspecto; un reconocimiento mutuo de los sistemas de acreditación entre el Ministerio y las Universidades facilitaría la gestión de este tipo de actividades y aseguraría unos estándares de calidad comunes. Podrían además evitarse duplicidades y situaciones contradictorias (como la obtención de distinto número de créditos; o la exclusión de la acreditación de una actividad acreditada por una de las instituciones…) en la acreditación de la calidad de una actividad de formación continuada.

El proceso de acreditación por la Comisión de Formación Continuada de las Profesiones sanitarias es, en general, un proceso sencillo que se inicia con la solicitud en modelo normalizado: presencial, no presencial o mixto que debe realizar el responsable de la Entidad Proveedora dirigiéndose a la Secretaría Técnica de la comunidad autónoma correspondiente. Debe tenerse la precaución de hacerse con una antelación, como mínimo, de 2 meses al inicio de la actividad. En caso de no cumplir este plazo, la solicitud no será admitida a trámite. En el caso de actividades presenciales, se exigirá además el control de asistencia como requisito formal imprescindible para admitir a trámite la solicitud.

Las actividades deben ir dirigidas a las profesiones sanitarias incluidas en la Ley 44/2003, de 21 de noviembre, de ordenación de las profesiones sanitarias: Profesionales de las profesiones titulados (Licenciados y Diplomados); profesionales del área sanitaria de formación profesional (Grado Superior y Grado medio); profesionales de las

especialidades sanitarias de Psicología, Química, Bioquímica, Biología y Física; licenciados en Ciencias y Tecnología de los Alimentos.

No se admiten actividades formativas presentadas por entidades comerciales.

Las actividades de formación continuada, presenciales o no presenciales, organizadas por un proveedor con sede social en una comunidad autónoma y realizadas en el ámbito territorial de esa comunidad, serán acreditadas por el órgano competente de la comunidad autónoma correspondiente.

Serán actividades de formación continuada acreditables, aquellas actividades de enseñanza-aprendizaje que no estén calificadas como formación reglada, o/y formación de grado o postgrado y especialidad. Además deben estar dirigidas a profesionales sanitarios que han terminado su formación correspondiente (de grado o de especialidad).

No estarán dirigidas a residentes en formación.

Las materias formativas objeto de acreditación que tienden a aumentar, mantener y mejorar la competencia profesional, de carácter individual y voluntario, vienen autodefinidas tanto por el área de conocimiento, como por la población objetivo a la que vaya dirigida la actividad, no siendo ajenas a tal consideración las demandas tanto sociales como profesionales y de las instituciones proveedoras.

Las materias objeto de la demanda de acreditación se encuadran en las siguientes áreas temáticas:

- Formación continuada en Salud Pública
- Formación continuada en Investigación
- Formación continuada en Práctica Clínica
- Formación continuada en Gestión Sanitaria y Calidad
- Formación continuada en Docencia

Los criterios fundamentales para la evaluación de las actividades de formación continuada pueden resumirse en dos tipos; de componente cualitativo y de componente cuantitativo.

Componente cualitativo: basado principalmente en los siguientes criterios:

Objetivos de la Actividad Formativa: distinguiéndose con claridad los generales (objetivo educativo en su sentido más amplio) de los específicos (qué área de la formación continuada se considera prioritaria (adquisición de habilidades o destrezas concretas, adquisición o mejora de actitudes, etc.)

Organización y logística de la actividad: descripción detallada del programa docente, el profesorado, los recursos humanos adicionales, los recursos materiales, el calendario, los criterios de selección de participantes y la adecuación entre la duración de la

actividad y los objetivos.

Pertinencia de la Actividad: demanda o necesidad que genera la actividad formativa

Metodología Docente: debemos valorar el grado de adecuación de la metodología a los objetivos perseguidos y a los recursos disponibles, así como el grado de interacción entre los participantes y los docentes.

Evaluación: es muy importante que quede especificada la utilización o no de algún tipo de evaluación, ya sea de los participantes, de los docentes, de la propia actividad en cuanto a sus objetivos o del proceso formativo.

Otros criterios que deben considerarse son el grupo profesional diana de la actividad formativa y el procedimiento de financiación de la actividad.

Componente Cuantitativo: este componente está basado en la duración de la actividad y puede ser objeto de alguna corrección que tienda a ponderar el impacto sobre el número de créditos final de actividades de muy larga duración.

En conclusión, el sistema que se propone se basa en un Componente Cualitativo, resultado de la valoración de los ítems anteriormente expuestos, multiplicado por un Componente Cuantitativo, debidamente corregido. El resultado final es un número determinado de Créditos por actividad.

REFERENCIAS:

1. Sanudo J.R., Vazquez M.T., Maranillo E., Mirapeix R.M., Rodriguez-Niedenfuhr M., Mompeo B., Marco F., Arraez L. The participation of Anatomy Departments in the constinuing professional development of surgeons. Eur J Anat, 11 (S1): 111-119 (2007)

2. Continuing professional development: a summary guide for surgey. The Royal College of Surgeons of

3. https://www.msssi.gob.es/profesionales/formacion/home.htm

4. Real Decreto 1142/2007, de 31 de agosto, por el que se determina la composición y funciones de la Comisión de Formación Continuada de las Profesiones Sanitarias y se regula el sistema de acreditación de la formación continuada.

5. Ley 44/2003, de 21 de noviembre, de ordenación de las profesiones sanitarias.

CAPÍTULO 9.

EXPERIENCIA EN LA GESTIÓN DE LA SALA DE DISECCIÓN DE LA FACULTAD DE MEDICINA DE LA UNIVERSIDAD DE BARCELONA

Mariano Monzó. Catedrático de Anatomía y Embriología Humana. Director del Servicio de Donación de Cuerpos de la Facultad de Medicina de la Universidad de Barcelona

El Servicio de Donación de Cuerpos de la Facultad de Medicina de la Universidad de Barcelona, (UB) se fundó en el año 1967 por el Profesor Domingo Ruano Gil. En el año 2004 los servicios jurídicos de la UB conjuntamente con Profesores del Departamento de Anatomía y Embriología Humana y equipo Decanal, elaboraron una propuesta de Reglamento de Sala de Disección que fue aprobado por Junta de Gobierno de la UB en Octubre de mismo año. La finalidad de este reglamento fue definir la estructura organizativa de la Sala de Disección y regular las distintas actividades que pueden desarrollarse en la misma.

En esta presentación se detallaron distintos aspectos estructurales y funcionales de la Sala de Disección, como son; a) estructura orgánica, b) normas de funcionamiento, c) recepción e información a los donantes, d) recepción de cuerpos y eliminación de restos, f) normas de seguridad y g) gestión económica. También se comentaron aquellos puntos débiles que se han detectado y se analizaron algunos aspectos para optimizar el Servicio de Donación de Cuerpos.

CAPÍTULO 10.
MÉTODOS DE PREPARACIÓN DE MATERIAL OSTEOLÓGICO

Juan Francisco Pastor Vázquez. Profesor del Departamento de Anatomía y Radiología. Universidad de Valladolid

El hueso es el único componente de un cuerpo vertebrado que generalmente perdura a lo largo del tiempo, y muchas veces ni aún así, si las condiciones ambientales no son propicias, como la exposición a los agentes meteorológicos o características químicas del terreno. Los huesos son una fuente inestimable de información del individuo que fue en vida y por tanto son múltiples las disciplinas interesadas en el conocimiento de la osteología. Para los estudios de medicina y veterinaria, la osteología es fundamental, máxime si tenemos en cuenta las nuevas tecnologías de diagnóstico por imagen que nos permiten ver proyecciones imposibles con los rayos X convencionales. En antropología física, paleopatología, paleontología, zoología y ciencias forenses, el poder contar con colecciones osteológicas, facilita enormemente su conocimiento y permite la investigación. Las colecciones osteológicas son un referente histórico para el estudio de poblaciones desaparecidas o para la comparación de especies a lo largo del tiempo, pudiendo ser muy útiles para ecólogos, climatólogos e historiadores en general.

Las colecciones de materiales biológicos, son un patrimonio científico de primera categoría que no deberíamos desaprovechar, ya que con el tiempo se revaloriza científicamente, genera riqueza, al ser punto de atracción para investigadores y, en el caso de material expuesto, fomenta actitudes en futuros profesionales.

Estos son los métodos de preparación empleados rutinariamente en la colección del Museo Anatómico de la Universidad de Valladolid, aunque en ocasiones se experimenta con otros procederes.

En el caso de preparación de esqueletos animales, hay una legislación de Subproductos Animales No Destinados Al Consumo Humano (SANDACH) que autoriza y regula los puntos de origen, destino, transporte y eliminación de los residuos de los animales muertos. Además de esto, en el caso de animales incluidos en el Convenio Internacional de Especies Amenazadas (CITES), éstos deberán acompañarse de su permiso correspondiente (Obligatoriamente si son Apéndice I)

Esqueletos procedentes de enterramientos

Consiste únicamente en la limpieza de huesos esqueletizados para que sean más manejables. En el caso de esqueletos humanos, previamente, es necesario obtener los permisos oportunos, y en ningún caso deben proceder de enterramientos de menos de 10 años desde el fallecimiento. Los enterramientos temporales son de al menos 10 años, tras de los cuales los familiares tienen la opción de renovar la sepultura o no, en cuyo caso el cementerio reduce los restos que pueden pasar a un osario, fosa común o incinerarse. Cada comunidad autónoma tiene una normativa sobre el traslado de restos.

- Inmersión de los huesos en agua durante una semana.
- Limpieza suave con cepillo y agua corriente.
- Inmersión en agua oxigenada de 20 volúmenes de 3 a 7 días, dependiendo de la blancura que queramos alcanzar
- Aclarado abundante con agua corriente para eliminar los restos de agua oxigenada. Es conveniente dejar los huesos sumergidos un par de días
- Secado a temperatura ambiente. Cerciorarse antes de almacenarlos que están secos completamente; de no ser así es posible que aparezcan hongos.
- Almacenamiento en lugares secos, preferentemente en cajas de cartón. No utilizar envases herméticos para no favorecer el crecimiento de hongos.

Esqueletos a partir de especímenes con partes blandas

<u>Sin fijación previa</u>

Método de hervido con Bórax (Tetraborato sódico)

- Individualización de manos y pies.
- Descarnamiento.
- Cocción en agua con tetraborato sódico al 3%. Se puede preparar el esqueleto completo con las manos y pies en bolsas de malla o tarros de cristal con la tapa perforada, en el mismo recipiente. El tiempo de hervido es variable dependiendo del tamaño; como orientación: un esqueleto humano unas 6 horas y un esqueleto de una ardilla unas 3 horas.
- Aclarado con agua corriente. Utilizar mallas y coladores para que no se pierdan pequeños huesos y dientes.
- Inmersión en agua oxigenada de 20 volúmenes hasta conseguir la blancura deseada. (Nosotros solo realizamos este paso si los huesos van a ser expuestos o articulados)
- Inmersión en agua corriente durante un día, renovándola 2 ó 3 veces.

- En el caso de que los huesos queden engrasados: Inmersión en xilol (también puede utilizarse acetona, tolueno o gasolina). Esqueleto humano durante 2 meses; ardilla durante 15 días.
- Si han pasado por xilol, antes de secarlos hay que hacer un hervido de 30 minutos, poniendo los huesos en el agua ya hirviendo. Este paso hay que realizarlo inexcusablemente bajo una campana de extracción, con mascarilla y preferiblemente no permanecer presente durante el hervido, debido a la alta toxicidad de los vapores de xilol. Si tras este paso aun quedan engrasados, se pueden hacer pequeñas perforaciones en la diáfisis para que penetre mejor el disolvente.
- Secado a temperatura ambiente. Si se colocan en ambientes con mucho calos o encima de radiadores, los huesos se deformarán y los dientes se resquebrajarán.
- Almacenamiento en lugares secos, preferentemente en cajas de cartón. No utilizar envases herméticos para no favorecer el crecimiento de hongos.

Método enzimático con Neutrase (Pepsina) (Indicado para animales pequeños o manos y pies humanos

- Descarnamiento
- Inmersión en agua con Neutrase al 1% a 35 º a 40º C durante tres días. (En una estufa).
- Aclarado con abundante agua corriente.
- Secado.

Método de maceración. (Requiere un espacio alejado y bien ventilado por los olores)

- Descarnamiento
- Inmersión en tanque de agua. (El tiempo depende de la temperatura del agua y el ritmo de renovación del agua). Se pueden individualizar manos y pies)
- Se recomienda la renovación diaria del agua.
- El recipiente deberá estar a oscuras o tapado para evitar la proliferación de algas.

Método con derméstidos. (Para esqueletos pequeños que se quieran mantener en conexión anatómica como un pájaro o una lagartija). Los derméstidos son pequeños escarabajos que participan en las fases finales de la putrefacción.

- Descarnamiento
- Secado de las carcasas

- Introducción en un terrario con cierta humedad y temperatura de unos 28 a 30ºC

La esqueletización depende del número de insectos y sus larvas.

- Una vez obtenido el esqueleto, hay que congelarlo a -20ºC durante 6 horas para eliminar los insectos y larvas ya que podrían convertirse en una plaga.

El terrario debe estar preservado de la luz directa y para mantener la colonia siempre han de tener comida. Para mantener la temperatura se recomienda tener en el fondo una manta térmica como las que se usan para mantener reptiles.

Los derméstidos se pueden obtener colocando una carcasa en el campo durante un día de verano.

Cuerpos y piezas fijadas

La esqueletización de especímenes fijados (formol, glutaraldehido, etc.) es difícil y los resultados no son óptimos. Hay que realizarlo con piezas que por sus características merezca la pena, como ejemplares singulares para investigación o exposición. No es recomendable para la obtención rutinaria de material osteológico para docencia.

- Descarnamiento.
- Seguir el mismo proceso que el del Bórax, pero a concentración del 30% y empleando el doble de tiempo.
- Es posible que necesitemos repetir dos o tres veces el proceso.

Consolidación de huesos frágiles

En el caso de huesos que se deshacen al manipularlos y que por sus características queremos conservarlos, hemos he compactarlos con soluciones endurecedoras. A parte de productos caros destinados a huesos fosilizados como el Paraloid, el método más económico es impregnarlos en latex incoloro.

- Sumergir los huesos en una disolución de latex (Alquil) al 50% durante 2 días.
- Sacarlo y dejarlo escurrir a temperatura ambiente hasta que este seco.

Es conveniente cambiarlo de posición mientras se seca y apoyarlo en uno o dos puntos.

CAPÍTULO 11.

LA PLASTINACIÓN

Rafael Latorre, Octavio López Albors. **Anatomía Veterinaria. Universidad de Murcia.**

Introducción

Estas técnicas surgen por iniciativa del Dr. G.von Hagens, quien en 1977, después de varios años de investigación sobre cómo aplicar polímeros en la conservación de material biológico, decidió emplear el término PLASTINATION para denominar este nuevo método de preservación. Tras las primeras publicaciones a finales de la década de los setenta y principios de los ochenta [1,2], se produjo una rápida expansión de estas técnicas, que dio lugar a la creación de numerosos laboratorios de plastinación, situados fundamentalmente en las Facultades de Medicina y de Veterinaria.

En 1982 se organizó el primer congreso sobre plastinación en San Antonio (Texas, USA), denominado: "Preservation of Biological Materials by Plastination", y al que asistieron ochenta personas. En 1986, coincidiendo con el tercer congreso, se creó la *International Society for Plastination* (ISP) nombrando como presidente al Dr. Harmon Bickley, (University of Texas at San Antonio, USA), uno de los pioneros de la plastinación en USA. Desde entonces, los congresos de la ISP se han celebrado bianualmente durante los últimos 32 años. En 2004 se organizó en España (Murcia) y el más reciente, en julio de 2014, la decimoséptima edición en San Petersburgo. En paralelo a estos congresos internacionales la ISP organiza los Interim Meetings cada dos años, orientados principalmente a cursos de entrenamiento.

La ISP cuenta con una página web http://isp.plastination.org en la que se reflejan todas las actividades organizadas, así como cualquier otra información de interés relacionada con la plastinación. Por otro lado, la ISP publica desde 1987 el Journal of Plastination (anteriormente Journal of the International Society for Plastination), accesible de forma libre desde la web http://journal.plastination.org. Este journal publica las actas de los congresos y artículos originales relacionados con las técnicas de plastinación y sus aplicaciones. En este sentido, hay que destacar que la ISP también dispone del Plastination Index http://isp.plastination.org/plastinationindex/index.html que agrupa distintos tipos de publicaciones (artículos, comunicaciones, revisiones, tesis, libros) relacionados con las técnicas de plastinación. Este recurso es de gran utilidad y uso sencillo, ya que permite realizar búsquedas bibliográficas siguiendo diferentes criterios como autor, tema, revista, año, etc.

Protocolos de las técnicas

En general, las técnicas de plastinación consisten en una serie de procesos donde los fluidos propios de los tejidos y parte del tejido adiposo son reemplazados por un polímero, bajo condiciones de vacío y normalmente a bajas temperaturas. En esencia, el protocolo se basa en cuatro fases clásicas que caracterizan el procesado de tejidos en histología: fijación, deshidratación, impregnación y polimerización o curado. Cada fase puede modificarse en mayor o menor grado según la técnica concreta. El resultado que se obtiene son preparaciones biológicas 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 que no precisan de tratamientos ni condiciones especiales de almacenamiento [2,3]. La calidad de estas piezas no solo depende del correcto desarrollo de la técnica de plastinación, sino que además, es imprescindible partir de especímenes dignos de ser conservados. No conviene olvidar que la plastinación es solo un método de preservación de material biológico, de tal manera que, solo si se parte de un órgano o una prosección de alta calidad la plastinación permitirá obtener una pieza plastinada de calidad óptima, aunque siempre algo inferior a la del original, debido a la retracción y al daño tisular que sufre el tejido durante su procesado. En concreto, es necesario nombrar la retracción y la rigidez como las principales limitaciones de la plastinación [4].

Ambos factores negativos son inevitables, aunque dependiendo en gran medida del tipo de tejido se pueden controlar y reducir al mínimo. Por otro lado, el uso de órganos plastinados tiene la ventaja de reducir la exposición diaria de los alumnos y profesores a productos tóxicos, pues carecen de olor y permanecen libres de sustancias tóxicas como formaldehído, fenol, alcoholes, etc.

A pesar de que todas las técnicas de plastinación tienen un fundamento similar, dependiendo del tipo de polímero que se utilice y de tipo de preparación anatómica que se obtenga, se habla de técnicas de silicona, para órganos tridimensionales; técnicas de poliéster, para secciones de encéfalo; y técnicas epoxy, para secciones corporales transparentes.

I.- Las técnicas de silicona

Se emplean principalmente para conservar órganos o regiones anatómicas completas, en definitiva, piezas tridimensionales de diferente tamaño, al igual que secciones anatómicas con un grosor superior a 0.5 cm. Son las técnicas de plastinación más conocidas, en concreto la técnica S10 (Biodur ®) es la más común en los laboratorios de plastinación de Europa y USA. Tiene como principal ventaja el tratarse de un

protocolo desarrollado y estandarizado por G.von Hagens y que ha sido ampliamente revisado por otros autores [5]; y como principal inconveniente, la necesidad de usar temperaturas de congelación (-15ºC/-25ºC). Se han descrito otras técnicas de silicona en frío [6], así como aquellas que permiten la impregnación a temperatura ambiente y que, por lo tanto, simplifican el equipamiento necesario [7]. Sin embargo, el protocolo para estas últimas no está estandarizado como en la técnica S10 por lo que los resultados son menos estables.

Tomando como referencia la técnica S10, se presentan a continuación los aspectos más significativos para cada una de las fases de dicha técnica.

Fijación y preparación de la pieza:

Cualquier material biológico es susceptible de ser conservado mediante las técnicas de silicona. En general, es necesario una primera fase de fijación con técnicas clásicas y, aunque cualquier método de fijación es válido, la mejor opción para lograr resultados estables y evitar problemas durante el proceso de plastinación es usar formaldehído a diferentes concentraciones [8,9] El uso de mezclas embalsamadoras que contienen productos como glicerina, fenol u otros, implica la necesidad de retirar previamente estos componentes de los tejidos mediante lavados en etanol y agua corriente para evitar interferencias en el correcto desarrollo del protocolo de plastinación.

En el caso de órganos huecos, la fijación por dilatación permite la correcta conservación del lumen e incluso su exploración con técnicas endoscópicas una vez finalizada la plastinación. La inyección vascular, tanto arterial como venosa, con silicona, látex o sustancias radioopacas es compatible con la plastinación, la única precaución necesaria es emplear pigmentos resistentes a solventes pues las piezas permanecen varias semanas en acetona durante la deshidratación [10]. De igual forma es posible plastinar secciones encefálicas de cierto grosor sometidas a tinciones específicas para diferenciar la sustancia gris [11].

Deshidratación por sustitución en frío:

Se basa en el empleo de solventes como la acetona, aunque también pueden ser empleados otros solventes solubles en agua como alcoholes. Durante esta fase ocurre el mayor porcentaje de retracción, sobre todo en determinados tejidos como el nervioso. Sin embargo, el uso de acetona a -25ºC y la monitorización periódica del grado de deshidratación de las piezas permite reducir el grado de retracción de las mismas. En órganos o prosecciones con abundante tejido graso, excepto encéfalo, es necesario retirar parcialmente la grasa superficial, manteniendo la pieza a temperatura ambiente

en acetona o en soluciones con mayor poder desengrasante como el diclorometano. Esto permite que tras la plastinación la grasa no se oxide y sea estable en el tiempo.

Impregnación forzada por vacío:

Las características fisicoquímicas de la acetona permiten que, además de actuar como desecante durante la deshidratación, pueda ser reemplazada por silicona en condiciones de vacío durante la impregnación. Esta fase es la más crítica, en ella se sustituye de manera controlada la acetona presente en los tejidos de las piezas deshidratadas por una solución de impregnación compuesta por silicona S10 más un catalizador o elongador de cadenas denominado S3. Esta sustitución se realiza en frío (-15/-20ºC) y en condiciones de vacío, por ello, también se conoce como impregnación forzada por vacío. La velocidad de impregnación se controla mediante el ajuste de la presión existente en la cámara de impregnación, lo que se monitoriza mediante manómetros. El ritmo de impregnación se refleja en la velocidad con la que aparecen burbujas de vapor de acetona en la superficie de la solución de impregnación. Una excesiva velocidad de impregnación supone un desequilibrio entre el volumen de acetona extraído de la pieza y el volumen de solución de impregnación que accede a los tejidos de la pieza, y en consecuencia, un mayor grado de retracción. En general, la fase de impregnación se considera finalizada al alcanzar presiones inferiores a 5 mmHg, lo que ocurre tras varias semanas. Piezas pequeñas y órganos huecos pueden impregnarse en una semana, mientras que órganos macizos o piezas grandes como cadáveres completos pueden necesitar varios meses.

Polimerización o curado:

Esta última fase persigue solidificar la silicona que hay en los tejidos de la pieza impregnada. Al inicio de la polimerización es posible recuperar la forma de los órganos huecos, mejorar la disección de las piezas, abrir nuevas ventanas en cavidades, posicionar vasos y nervios, etc. Además, el curado puede variar dependiendo del tipo de espécimen. Así, en órganos macizos como encéfalo, hígado, musculatura, etc, interesa un curado rápido que evite la excesiva perdida silicona, y por tanto, de volumen del órgano, para lo que se emplea el endurecedor S6 en forma de gas. Se trata de un *crosslinker* que establece puentes cruzados entre las moléculas de silicona y permite forzar la polimerización de superficie en solo unos días. Sin embargo, si se trata de órganos huecos como pulmones, tractos gastrointestinales etc, donde se busca cierta flexibilidad, se opta por un curado lento en el que actúa el catalizador S3 que se ha incorporado en los tejidos junto a la silicona S10 durante la impregnación. Este elongador de cadenas es muy activo a temperatura ambiente y permite lograr elasticidad

en órganos huecos, aunque para ello es necesario esperar varios meses. Tras la polimerización o curado de la superficie del órgano, la técnica se puede considerar finalizada, aunque el curado definitivo en el interior de la pieza no ocurre hasta varios meses después.

Aplicaciones de la técnica S10:

Docencia: La principal aplicación de los órganos procesados con la técnica S10 o cualquier otra técnica de plastinación con silicona es la docencia [3,12,13]. Gran número de universidades emplean estos recursos en su docencia de anatomía en Medicina[14], Fisioterapia, Odontología [15], Veterinaria[13]. En ocasiones, aunque en menor medida, se ha extendido su empleo en la docencia de Anatomía Patológica [16,17], Parasitología, etc. De igual forma, existen referencias de la aplicación en docencia de postgrado y cursos de especialización, concretamente en el entrenamiento de técnicas quirúrgicas de mínima invasión donde es posible obtener órganos como pulmones y tractos gastrointestinales preparados para su exploración endoscópica [18-20]. Secciones corporales seriadas plastinadas o disecciones tridimensionales en neuroanatomía son empleadas como base para la interpretación de técnicas de diagnostico por imagen [11,21-23]. Cadáveres completos plastinados inyectados con sustancias radiopacas son de gran ayuda como herramienta para facilitar el aprendizaje de la anatomía vascular en el entrenamiento de técnicas de radiología intervencionista endovascular. Los beneficios de la plastinación como herramienta complementaria en el proceso enseñanza-aprendizaje de la anatomía y de otras materias son indudables, y en este sentido, se han tratado de cuantificar en estudios de opinión y resultados con grupos de estudiantes de diferentes materias y universidades [13,24,25].

Investigación: Además de la aplicación docente, se han publicado numerosos trabajos de investigación, principalmente clínica, empleado como base los órganos conservados con estas técnicas de plastinación. Se han diseñado nuevos abordajes quirúrgicos en territorios anatómicos complejos, se han descrito variaciones anatómicas desconocidas, etc [26].

En los últimos años una de las aplicaciones que mayor desarrollo ha tenido ha sido la conservación del patrimonio arqueológico. Existen laboratorios de plastinación vinculados a esta actividad trabajando principalmente con material subacuático. En este sentido, se ha descrito el empleo de estas técnicas para la conservación de restos de madera, cuero, hueso, etc. Actualmente, estamos desarrollando un proyecto en colaboración con el Museo Nacional de Arqueología Subacuática para emplear la

técnica de plastinación S15 en la conservación de defensas de elefante de la época fenicia (S. VII a.C.) [27].

II.- Técnicas de poliéster

Estas técnicas de plastinación se diseñaron para la conservación de secciones encefálicas con un grosor entre 3 y 5mm, pues se trata de técnicas que potencian la diferenciación entre las sustancias gris y blanca. Las técnicas más conocidas son la P40 y la P35 (Biodur ®) [28,29], la primera es técnicamente más sencilla, y por ello, la más conocida y empleada. Del protocolo P40 [28] se pueden destacar algunos aspectos importantes.

Preparación de los encéfalos y obtención de cortes:

El protocolo de estas técnicas comienza con la fijación del encéfalo, a ser posible, en formaldehido con porcentajes progresivamente crecientes. Tal y como se ha comentado anteriormente, el uso de mezclas embalsamadoras limita en gran medida la calidad final de los cortes plastinados. En concreto, se ha descrito en numerosos trabajos que la presencia de restos de fenol o gliceria en los cortes provoca la aparición de manchas naranjas y la deformación de los cortes a las pocas semanas de finalizar su plastinación [22,29]. Si se precisa inyección vascular es aconsejable emplear silicona pigmentada en lugar de látex o resina epoxy. Los cortes se obtienen en sierra de disco con el bloque encefálico fijado y a temperatura ambiente. En ocasiones se puede utilizar gelatina para conservar la posición y orientación de cada una de las porciones que integran un mismo corte.

Deshidratación por sustitución en frío:

El protocolo para la deshidratación es básicamente similar al descrito en la técnica S10, con la diferencia de que en este tipo de cortes la deshidratación se completa en menos de una semana. Tal y como se ha comentado anteriormente, nunca se emplea acetona a temperatura ambiente, lo que permite minimizar la retracción.

Impregnación forzada por vacío:

Los cortes de encéfalo saturados en acetona son impregnados con poliéster P40 a temperatura ambiente y en condiciones de vacío. Durante la impregnación es importante mantener oscuridad pues el poliéster es sensible a la luz ultravioleta. El ajuste progresivo y monitorización de la presión en los manómetros permite finalizar la impregnación en 48h, una vez que se alcanza la presión de 10mmHg y cesa la evaporación de acetona.

Polimerización:

La luz ultravioleta es el agente empleado para la polimerización. Los cortes impregnados se introducen en cámaras planas de cristal rodeados de P40. Tras cerrar dichas cámaras éstas se exponen a luz ultravioleta en unas condiciones de tiempo y distancia definidas, que permiten su polimerización en 4-6 horas. Tras retirar las cámaras de cristal los cortes polimerizados quedan rodeados por una capa de poliéster transparente del mismo grosor, lo que permite una fácil manipulación de los mismos.

Aplicaciones técnica P40:

La mayoría de los artículos publicados en relación a esta técnica destacan la docencia en neuroanatomía como principal aplicación de este tipo de cortes plastinados [3,22]. Sin embargo, en los últimos años se han publicado varios trabajos sobre la posibilidad de emplear esta técnica para conservar secciones corporales manteniendo transparencia a lo largo del tiempo y sin virar a tonos naranjas, como ocurre con los cortes conservados con las técnicas de epoxy [30,31]. A pesar de ello, el empleo del P40 en investigación con secciones corporales transparentes tiene como principal limitación su elevado porcentaje de retracción durante la polimerización.

III.- Técnicas de epoxy

Las técnicas de plastinación con epoxy están diseñadas para conservar secciones corporales transparentes. Aunque se han descrito varias técnicas, la más conocida y extendida es la E12 (Biodur ®)[2]. Conviene destacar algunos aspectos técnicos respecto al protocolo de la técnica E12 [32]

Preparación de los especímenes y obtención de cortes:

Habitualmente se trabaja con piezas fijadas, sin embargo existe la opción de trabajar con material fresco. En el caso de realizar inyección vascular es aconsejable emplear resina epoxy coloreada con pigmento resistente a solventes en vez de látex o silicona. Para la obtención de los cortes la pieza anatómica se debe congelar a la temperatura más baja posible, normalmente -70/-80ºC. Los cortes se realizan en sierra de banda y es aconsejable emplear nieve carbónica o nitrógeno líquido para mantener frío en el tope de la sierra sobre el que se desplaza la pieza en cada corte. De esta forma, se obtienen secciones de 1.5-3mm de grosor. La manipulación durante la limpieza de los cortes es siempre en congelación para lo que se emplea acetona a -40ºC.

Deshidratación por sustitución en frío y desengrasado:

La deshidratación es similar a la descrita en la técnica P40. La principal diferencia consiste en la necesidad de retirar el tejido graso para obtener el máximo grado de transparencia, sobre todo en las zonas de tejido conectivo. Ello se logra con varios baños en acetona o en diclorometano a temperatura ambiente.

Impregnación forzada por vacío:

La solución de impregnación empleada consiste en epoxy E12 junto con endurecedor E1. Los cortes deshidratados se sumergen en dicha mezcla y la impregnación forzada por vacío se realiza en 6-12 h a temperatura ambiente.

Polimerización:

La polimerización, en cámaras planas de cristal, se ha de hacer inmediatamente tras terminar la impregnación, lo que evita que los cortes polimericen en la cámara de impregnación. El protocolo para realizar las cámaras de cristal es similar al empleado en la técnica P40. Sin embargo, en este caso el agente que desencadena la polimerización, junto al endurecedor E1, es la temperatura. Los cortes se han de colocar en estufa a 40ºC durante 4-6 días. Existen métodos alternativos a las cámaras planas de cristal como es el método sandwich [32] que ahorra tiempo y es más sencillo.

Aplicaciones técnica E12:

Aunque esta técnica se ha posicionado como la mejor opción para el aprendizaje de la anatomía seccional como base para el diagnóstico por imagen [14], la principal aplicación es en la investigación anatómica. El bajo índice de refracción de la resina epoxy E12 junto a su mínima retracción durante la polimerización la convierte en la técnica de elección para estudiar diferentes tejidos, en diferentes planos del corte, desde un nivel macroscópico hasta microscópico. La ausencia de manipulación y descalcificación hace que la topografía de las estructuras anatómicas no se vea afectada. La eliminación del tejido graso permite que el tejido conectivo, vasos sanguíneos y nervios se identifiquen con toda claridad sin sufrir manipulación.

Empleando esta técnica se han identificado estructuras anatómicas o relaciones topográficas no descritas previamente como: la membrana atlanto-occipital posterior y su unión a la duramadre espinal en vez de al atlas, lo que puede traducirse una potencial etiología de dolores de cabeza de origen cervical[33]; la pared medial del seno cavernoso [34]; el ligamento de la nuca y su relación con los ligamentos supraespinosos del cuello [35,36]; la relación de la raíz del nervio trigémino con las estructuras vecinas como base de la neuralgia trigeminal [37], etc. De igual forma, estas técnicas han permitido corregir descripciones anatómicas erróneas como al demostrar la ausencia del ligamento de la nuca en el espacio de la región atlanto-occipital posterior o desmentir que la fascia cervical sea una barrera en el bloqueo del plexo cervical en la región anterior del cuello [38].

En el área del diagnóstico por imagen esta técnica ha sido ampliamente usada para la interpretación macro y microscópica de estructuras anatómicas en cortes obtenidos en

los mismos planos que las técnicas de imagen, como por ejemplo en la articulaciones temporomandibular [39-42], tarso[43] o codo [44,45], al igual que para la identificación de paquetes neuromusculares en la planificación de abordajes artroscópicos en el tarso [46,47]o en el carpo[48], o para la evaluación patologías clínicas en modelos animales [49].

Con el objetivo de lograr secciones plastinadas de un grosor inferior a 1mm se ha desarrollado la técnica E12 utra-thin[50] [51], que permite la obtención de secciones de 400-500μm en sierra de diamante, sin necesidad de descalcificación. Incluso se pueden obtener cortes que incorporen implantes metálicos o cerámicos para estudiar la interfase de estos biomateriales. Estos cortes, de un tamaño de hasta 10X10 cm, se pueden llevar por debajo de 100μm de grosor tras un desbastado adecuado, lo que permite aplicar tinciones histológicas que permiten una transición del estudio macro al micro en la misma preparación. De esta forma, se han abordado estudios microscópicos de laringes completas [52], o más específicos, mediante microCT y RM de la articulación cricotiroidea y su relación con la capsula fibrosa articular [53]. Muchos de estos trabajos, además de utilizar tinciones histológicas de las secciones obtenidas, emplean como base del estudio histológico el microscopio confocal y la autofluorescencia del propio tejido plastinado [54].

Determinadas regiones anatómicas presentan una morfología complicada para ser estudiada en secciones en 2D. En este sentido, secciones plastinadas transparentes obtenidas con la técnica E12 ultra-thin son ampliamente empleadas para obtener reconstrucciones 3D no solo de estructuras óseas sino también de otros tejidos en regiones como la base del cráneo [55], el tarso [56], la cadera [57] etc. La precisión de estas reconstrucciones es superior a la obtenida en las imágenes de TC o RM, y se caracterizan por: 1) permitir que todas las estructuras puedan ser representadas de forma individual o conjunta y rotadas en cualquier plano, 2) permitir la medida de diámetros y ángulos de cualquier estructura, y 3) permitir que los datos de morfometría sean directamente extrapolados a posibles conclusiones clínicas y quirúrgicas. De esta forma se ha descrito, por ejemplo, que el músculo *levator ani* no rodea la parte ventral de la uretra y que carece de acción en la continencia en ambos sexos [58], lo que determina el diseño de las técnicas quirúrgicas de reconstrucción del esfínter uretral. Por otro lado, las técnicas quirúrgicas para incontinencia femenina se basan en la fijación de la uretra al pubis u otras estructuras próximas, sin embargo estudios anatómicos basados en secciones seriadas plastinadas demuestran que la uretra femenina no tiene fijación directa al pubis y permanece libre en su recorrido pélvico [59]. En este sentido,

diferentes estudios comparando el tejido conectivo en pelvis de fetos y adultos mediante secciones anatómicas plastinadas concluyen en la necesidad de revisar las técnicas quirúrgicas de esta región de forma multidisciplinar [60].

La aplicación museística de especimenes plastinados con cualquiera de las técnicas nombradas anteriormente es, sin lugar a duda, la aplicación más polémica por la repercusión social, especialmente cuando se trata de tejido biológico humano. Se han publicado numerosas editoriales en revistas científicas de Anatomía opinando sobre el aspecto ético de exhibir cuerpos humanos plastinados al público general [61-64].

Quizás, como principal idea y para finalizar esta revisión cabría resaltar la cita de Gareth Jones & Whitaker (2009) "*There is an urgent need for anatomists to utilize what is being presented to the general public in these exhibitions and build upon this in their own teaching and research*" [63]

Bibliografía

1. von Hagens G. Impregnation of soft biological specimens with thermosetting resins and elastomers. The Anatomical Record 1979; 194: 247-255

2. von Hagens G, Tiedemann K, Kriz W. The current potential of plastination. Anatomy and Embryology 1987; 175: 411-421

3. Riederer BM. Plastination and its importance in teaching anatomy. Critical points for long-term preservation of human tissue. J Anat 2014; 224: 309-315

4. Pereira-Sampaio MA, Marques-Sampaio BP, Sampaio FJ et al. Shrinkage of renal tissue after impregnation via the cold Biodur plastination technique. Anat Rec (Hoboken) 2011; 294: 1418-1422

5. DeJong K, Henry RW. Silicone Plastination of Biological Tissue: Cold-Temperature Technique Biodur S10/S15 Technique and Productos. Journal of the International Society for Plastination 2007; 22: 2-14

6. Henry R. Silicone Plastination of Biological Tissue: Cold-temperature Technique. North Caroline Technique and Products. Journal of the International Society for Plastination 2007; 22: 15-19

7. Raoof A, Henry R, Reed R. Silicone Plastination of Biological Tissue: Room-temperature Technique. DowTM / Corcoran Technique and Products. Journal of the International Society for Plastination 2007; 22: 21-26

8. Oostrom K. Fixation of tissue for plastination: general principles. Journal of the International Society for Plastination 1987; 1: 3-11

9. Riepertinger A. Fixation of the Human Brain for Plastination: Special Considerations. Journal of the International Society for Plastination 1988; 2: 8-12

10. Henry R, Janick L, Henry C. Specimen Preparation for Silicone Plastination. Journal of the International Society for Plastination 1997; 12: 13-17
11. Baeres FM, Møller M. Plastination of dissected brain specimens and Mulligan-stained sections of the human brain. Eur J Morphol 2001; 39: 307-311
12. O'Sullivan E, Mitchell BS. Plastination for gross anatomy teaching using low cost equipment. Surg Radiol Anat 1995; 17: 277-281
13. Latorre RM, Garcia-Sanz MP, Moreno M et al. How useful is plastination in learning anatomy? Journal of Veterinary Medical Education 2007; 34: 172-176
14. Cook P. Sheet plastination as a clinically based teaching aid at the University of Auckland. Acta Anat (Basel) 1997; 158: 33-36
15. Ravi SB, Bhat VM. Plastination: A novel, innovative teaching adjunct in oral pathology. J Oral Maxillofac Pathol 2011; 15: 133-137
16. Dawson TP, James RS, Williams GT. Silicone plastinated pathology specimens and their teaching potential. J Pathol 1990; 162: 265-272
17. Rüschoff J, Thomas C. [Plastination in pathology. Methodologic and didactic experiences with the Biodur-S10 standard technique]. Pathologe 1991; 12: 35-39
18. Perez-Cuadrado E, Latorre R, Carballo F et al. Training and new indications for double balloon endoscopy (with videos). Gastrointestinal Endoscopy 2007; 66: S39-S46
19. Durand M, Pourchez J, Louis B et al. Plastinated nasal model: a new concept of anatomically realistic cast. Rhinology 2011; 49: 30-36
20. Latorre R, Lopez-Albors O, Sarasa M et al. Plastination and Minimally Invasive Surgery (Digestive System) DVD. In. Spain: Imaging and Communications Service of the Minimally Invasive Surgery Centre; 2004
21. Ulfig N, Wuttke M. Plastination of stained sections of the human brain. Anat Anz 1990; 170: 309-312
22. Weiglein AH. Plastination in the neurosciences. Keynote lecture. Acta Anat (Basel) 1997; 158: 6-9
23. Arnts H, Kleinnijenhuis M, Kooloos JG et al. Combining fiber dissection, plastination, and tractography for neuroanatomical education: Revealing the cerebellar nuclei and their white matter connections. Anat Sci Educ 2014; 7: 47-55
24. Magiros M, Kekic M, Doran GA. Learning relational anatomy by correlating thin plastinated sections and magnetic resonance images: preparation of specimens. Acta Anat (Basel) 1997; 158: 37-43
25. Fruhstorfer BH, Palmer J, Brydges S et al. The use of plastinated prosections for teaching anatomy--the view of medical students on the value of this learning resource. Clin Anat 2011; 24: 246-252
26. Latorre R, Rodriguez MJ. In search of clinical truths: equine and comparative studies of anatomy. Equine Veterinary Journal 2007; 39: 263-268

27. Buendia M, Latorre R, Lopez-Albors O. Waterlogged Archaeological Ivory Conservation: Elephant Tusks from Bajo de la Campana Phoenincian Shipwreck Site, at Museo Nacional de Arqueologia Subacuatica. In: Plastination ISf ed, 17th International Conference on Plastination. St. Petersburg, Russia: Journal of Plastination; 2014: 11
28. Henry R, Latorre R. Polyester Plastination of Biological Tissue: P40 Technique for Brain Slices. Journal of the International Society for Plastination 2007; 22: 59-69
29. Weber W, Wieglein A, Latorre R et al. Polyester Plastination of Biological Tissue: P35 Technique. Journal of the International Society for Plastination 2007; 22: 50-58
30. Latorre R, Henry R. Polyester Plastination of Biological Tissue: P40 Technique for Body Slices. Journal of the International Society for Plastination 2007; 27: 69-78
31. Genser-Strobl B, Sora MC. Potential of P40 plastination for morphometric hip measurements. Surgical and radiologic anatomy : SRA 2005; 27: 147-151
32. Sora M, Cook P. Epoxy Plastination of Biological Tissue: E12 Technique. Journal of the International Society for Plastination 2007; 22: 9
33. Nash L, Nicholson H, Lee AS et al. Configuration of the connective tissue in the posterior atlanto-occipital interspace: a sheet plastination and confocal microscopy study. Spine 2005; 30: 1359-1366
34. Diao Y, Liang L, Yu C et al. Is there an identifiable intact medial wall of the cavernous sinus? Macro- and microscopic anatomical study using sheet plastination. Neurosurgery 2013; 73: ons106-109; discussion ons110
35. Johnson GM, Zhang M, Jones DG. The fine connective tissue architecture of the human ligamentum nuchae. Spine (Phila Pa 1976) 2000; 25: 5-9
36. Johnson GM, Zhang M. Regional differences within the human supraspinous and interspinous ligaments: a sheet plastination study. Eur Spine J 2002; 11: 382-388
37. Liang L, Diao Y, Xu Q et al. Transcranial segment of the trigeminal nerve: macro-/microscopic anatomical study using sheet plastination. Acta Neurochir (Wien) 2014; 156: 605-612
38. Nash L, Nicholson HD, Zhang M. Does the investing layer of the deep cervical fascia exist? Anesthesiology 2005; 103: 962-968
39. Arredondo J, Agut A, Rodríguez MJ et al. Anatomy of the temporomandibular joint in the cat: a study by microdissection, cryosection and vascular injection. J Feline Med Surg 2013; 15: 111-116
40. Rodriguez MJ, Agut A, Gil F et al. Anatomy of the equine temporomandibular joint: study by gross dissection, vascular injection and section. Equine Veterinary Journal 2006; 38: 143-147
41. Rodriguez MJ, Latorre R, Lopez-Albors O et al. Computed tomographic anatomy of the temporomandibular joint in the young horse. Equine Veterinary Journal 2008; 40: 566-571

42. Rodriguez MJ, Agut A, Soler M et al. Magnetic resonance imaging of the equine temporomandibular joint anatomy. Equine Veterinary Journal 2010; 42: 200-207
43. Latorre R, Arencibia A, Gil F et al. Correlation of magnetic resonance images with anatomic features of the equine tarsus. American Journal of Veterinary Research 2006; 67: 756-761
44. Villamonte-Chevalier A, Soler M, Sarria R et al. Anatomical study of fibrous structures of the medial aspect of the canine elbow joint. Vet Rec 2012; 171: 596
45. Villamonte-Chevalier AA, Soler M, Sarria R et al. Ultrasonographic and Anatomic Study of the Canine Elbow Joint. Vet Surg 2014:
46. Sora M-C, Strobl B, Staykov D et al. Evaluation of the ankle syndesmosis: A plastination slices study. Clinical Anatomy 2004; 17: 513-517
47. Sora MC, Jilavu R, Grübl A et al. The posteromedial neurovascular bundle of the ankle: an anatomic study using plastinated cross sections. Arthroscopy 2008; 24: 258-263.e251
48. Sora MC, Genser-Strobl B. The sectional anatomy of the carpal tunnel and its related neurovascular structures studied by using plastination. European journal of neurology : the official journal of the European Federation of Neurological Societies 2005; 12: 380-384
49. Párraga E, López-Albors O, Sánchez-Margallo F et al. Effects of pneumoperitoneum and body position on the morphology of the caudal cava vein analyzed by MRI and plastinated sections. Surg Endosc 2013; 27: 880-887
50. Sora M. Epoxy Plastination of Biological Tissue: E12 Ultra-thin Technique. Journal of the International Society for Plastination 2007; 27: 6
51. Soal S, Pollard M, Burland G et al. Rapid ultrathin slice plastination of embalmed specimens with minimal tissue loss. Clin Anat 2010; 23: 539-544
52. Eckel HE, Sittel C, Walger M et al. Plastination: a new approach to morphological research and instruction with excised larynges. Ann Otol Rhinol Laryngol 1993; 102: 660-665
53. Chen S, Wang H, Fong AH et al. Micro-CT visualization of the cricothyroid joint cavity in cadavers. Laryngoscope 2012; 122: 614-621
54. Phillips M, Nash L, Barnet R et al. The Use of Confocal Microscopy for the Examination of E12 Sheet Plastinated Human Tissue. Journal of the International Society for Plastination 2002; 17: 5
55. Qiu MG, Zhang SX, Liu ZJ et al. Three-dimensional computational reconstruction of lateral skull base with plastinated slices. The anatomical recordPart A, Discoveries in molecular, cellular, and evolutionary biology 2004; 278: 437-442
56. Sora M-C, Genser-Strobl B, Radu J et al. Three-dimensional reconstruction of the ankle by means of ultrathin slice plastination. Clinical Anatomy 2006; 9999: NA
57. Sora MC, Jilavu R, Matusz P. Computer aided three-dimensional reconstruction and modeling of the pelvis, by using plastinated cross sections, as a powerful tool for morphological investigations. Surg Radiol Anat 2012; 34: 731-736

58. Yucel S, Baskin LS. An anatomical description of the male and female urethral sphincter complex. The Journal of urology 2004; 171: 1890-1897
59. Fritsch H, Pinggera GM, Lienemann A et al. What are the supportive structures of the female urethra? Neurourology and urodynamics 2006; 25: 128-134
60. Fritsch H, Lienemann A, Brenner E et al. Clinical anatomy of the pelvic floor. Advances in Anatomy, Embryology, and Cell Biology 2004; 175: III-IX, 1-64
61. Jones DG. Re-inventing anatomy: the impact of plastination on how we see the human body. Clin Anat 2002; 15: 436-440
62. Jones DG. Anatomical investigations and their ethical dilemmas. Clin Anat 2007; 20: 338-343
63. Jones DG, Whitaker MI. Engaging with plastination and the Body Worlds phenomenon: a cultural and intellectual challenge for anatomists. Clin Anat 2009; 22: 770-776
64. Jones DG. Using and respecting the dead human body: an anatomist's perspective. Clin Anat 2014; 27: 839-843