

# Algunas notas sobre la historia del laboratorio de cirugía experimental. Reflexiones sobre su importancia en la educación e investigación quirúrgica

Anabel Sofía de la Garza-Rodea,\* Luis Padilla-Sánchez,\*\* Javier de la Garza-Aguilar,\*\*\* Rolando Neri-Vela&

## Resumen

El progreso de la medicina en general se ha debido en gran parte al trabajo experimental y en la cirugía en particular, al laboratorio quirúrgico experimental. El presente estudio se trata de un análisis retrospectivo y descriptivo en el que la información se recabó de fuentes directas e indirectas de publicaciones disponibles sobre los aspectos históricos, bioéticos y educativos de la medicina, especialmente de la cirugía. Se seleccionaron los hechos importantes correspondientes al campo de la cirugía experimental aplicables en nuestro país. Así se describen los conceptos del modelo experimental quirúrgico y del laboratorio de cirugía experimental. Se destacan las consideraciones bioéticas para el manejo de animales de experimentación. Finalmente se analiza su valor en la formación actual y futura del médico y del cirujano como investigador. La práctica en el laboratorio de cirugía con modelos animales experimentales planeada éticamente, además de ser esencial en la educación quirúrgica, promueve el desarrollo del pensamiento científico en el cirujano, necesaria para la investigación quirúrgica, fundamental para el progreso de la cirugía, la terapéutica y la medicina como ciencia.

**Palabras clave:** Cirugía experimental, investigación, educación médica, bioética.

## Summary

The progress of medicine has largely been due to research, and for surgery, in particular, the experimental surgical laboratory has been considered fundamental to the surgeon's education. In this study, a general view of experimental surgery is given in animal models based on bioethical norms as well as to design, create and apply different surgical procedures before performing in humans. Experimental surgery also facilitates surgical teaching and promotes the surgeon's scientific reasoning. This is a retrospective and descriptive study. Data were collected from direct and indirect sources of available publications on the historical, bioethical and educational aspects of medicine, focusing on surgery. The important facts corresponding to the field of experimental surgery and applicable in Mexico were selected. Concepts of experimental surgical models and of the experimental surgery laboratory were described. Bioethical considerations are emphasized for care of experimental animals. Finally, this work focuses on the importance of surgical experimentation in current and future development of the surgical researcher. Experimentation with animal models in a surgical laboratory is essential for surgical teaching and promotes development of the scientific thought in the surgeon. It is necessary for surgical research and is fundamental for making progress in surgery, treatment and medicine as science.

**Key words:** Experimental surgery, research, medical education, bioethics.

\* Laboratorio de Biología de Células Madre y Virus, Departamento de Biología Molecular y Celular, Centro Médico Universitario de Leiden, Holanda. Departamento de Cirugía, Facultad de Medicina, UNAM.

\*\* Departamento de Cirugía Experimental del Centro Médico Nacional 20 de Noviembre, ISSSTE. Departamento de Cirugía, Facultad de Medicina, UNAM.

\*\*\* Departamento de Salud Pública, Facultad de Medicina, UNAM.

& Departamento de Historia y Filosofía de la Medicina, Facultad de Medicina UNAM.

### Solicitud de sobretiros:

Anabel Sofía de la Garza-Rodea,  
Retorno 52-25, Col. Avante, Deleg. Coyoacán, 04460 México, D. F.  
E-mail: as\_delagarza@hotmail.com

Recibido para publicación: 15-02-2006

Aceptado para publicación: 15-09-2006

## Introducción

Los avances de la investigación biomédica en general y de la investigación quirúrgica en particular, se han debido en gran medida a la experimentación en modelos animales, práctica realizada desde la antigüedad. De esta manera se ha podido comprobar la seguridad de los fármacos o de una nueva técnica quirúrgica sin poner en riesgo la vida o integridad de los seres humanos.

Actualmente se emplean millones de animales en el mundo para la experimentación científica mínima, que incluye proyecto de investigación científica, pruebas de constatación y diagnóstico, elaboración de vacunas y la enseñanza.<sup>1</sup> También se debe destacar el valor de los animales de experimentación en la práctica quirúrgica, la cual se basa en el uso de diversos modelos,

como apoyo para la demostración y adquisición de habilidades de los especialistas, para un mejor desempeño ante los pacientes, así como en la cirugía experimental, que se define como la aplicación de técnicas quirúrgicas para el diseño de modelos experimentales, a fin de probar hipótesis y enriquecer los conocimientos científicos del cirujano para el tratamiento de enfermedades.<sup>2</sup>

El propósito del presente trabajo es describir sintéticamente:

- Algunos aspectos relevantes de los modelos animales en la historia de la medicina empleados en la experimentación quirúrgica.
- Los aspectos éticos básicos como condición necesaria para el uso de animales de experimentación.
- Los objetivos y participación del laboratorio de cirugía en la formación del médico y del cirujano general o especializado.

## Los modelos quirúrgicos experimentales a través de la historia de la medicina

Desde tiempos remotos se tenía interés por la comprensión de la anatomía y fisiología del ser humano, pero los conocimientos eran adquiridos empíricamente o por experiencias vivenciales, como los ritos funerarios, sacrificios, guerras e incluso a través de los animales muertos o de consumo alimenticio.

El uso de animales como herramienta de observación y experimentación adquiere mayor importancia en la época de los griegos, los cuales hacen las primeras referencias científico-descriptivas acerca de la anatomía y la fisiología humana, muchas de ellas basadas en animales.<sup>3</sup>

Dentro de estos científicos griegos destaca Alcmeón de Crotona (500 a. C.), quien creía que la experiencia como la práctica de la disección era necesaria para conocer el cuerpo humano. Realizó la combinación de la observación con la comprobación experimental. Proporcionó los primeros datos anatómicos animales y descubrió hechos notables en sus disecciones, la mayoría en animales, tales como la conexión de los órganos de los sentidos con el cerebro. Aristóteles (384-322 a. C.) se destacó por sus investigaciones detalladas basadas en observaciones directas. Realizó experimentos con extraordinaria precisión y exhaustividad, tanto en animales como en seres humanos. Sus escritos sobre anatomía tuvieron gran importancia por lo que se le considera el “fundador de la anatomía comparada”.<sup>4</sup>

Después de la primera época alejandrina, la disección de cadáveres humanos no fue habitual, sin embargo, se recogía la información concerniente al humano a través de otras fuentes, como la observación casual de los órganos en heridas, los hallazgos fortuitos de cadáveres y la disección de animales, suponiendo que su estructura era similar a la humana.

Galeno (129-200 d. C.), considerado el “primer experimentalista”, obtuvo la mayor parte de sus conocimientos a través del estudio y práctica experimental, básicamente disección en animales —en especial macacos, cerdos y perros—, y los aplicó a la anatomía humana, con lo que cometió muchos errores en sus escritos, sin embargo, resulta asombrosa la riqueza y la precisión con la que describió los órganos internos, como la diferenciación entre los nervios sensitivos de los motores, planteó las consecuencias de la sección de la médula espinal, examinó las funciones torácicas, probó que el corazón puede seguir latiendo sin nervios y demostró por vez primera que las arterias contienen sangre y no aire.<sup>4</sup>

Después de este periodo de grandes avances en la ciencia, medicina y cirugía, llegó la época del cristianismo, que se caracterizó por una práctica experimental limitada. Aun así, se presentaron algunos logros esporádicos de personas que preservaron su espíritu investigador en el área de la cirugía experimental, como Giuseppe Zambecari, considerado pionero en la cirugía experimental en perros.

En el Renacimiento, Andrés Vesalio (1514-1564), el “fundador de la anatomía moderna”, usó cerdos y perros en sus demostraciones de anatomía mediante vivisecciones publicadas en *De humani corporis fabrica* (1543), lo que condujo a un mejor entendimiento y correlación de la anatomía con la fisiología.<sup>5</sup>

En el siglo XVII destaca el cirujano William Harvey (1578-1657), considerado por algunos historiadores como el iniciador del método experimental<sup>6</sup> por demostrar la circulación sanguínea a través del sistema vascular, basado en experimentos con datos cuantitativos de gran exactitud. Sus investigaciones fueron publicadas 13 años más tarde de su descripción, en su *Exercitatio anatomica de motu cordis et sanguinis in animalibus* (1628); sus argumentos se basaban en investigaciones morfológicas obtenidas por la práctica de disecciones y la experimentación fisiológica en animales, así como por la observación fisiológica del hombre. Como consecuencia y aportación de Harvey a la medicina, se inició la administración de medicamentos por vía intravenosa, se realizaron las primeras transfusiones sanguíneas entre animales, posteriormente de animales al hombre y finalmente entre humanos.<sup>3</sup>

John Hunter (Escocia 1728-Inglaterra 1793), considerado “padre de la cirugía experimental” y “fundador de la patología experimental en Inglaterra” por sus aportaciones a la anatomía, patología y cirugía, resultados de sus trabajos en cadáveres y prácticas experimentales en diversos animales (vivisecciones principalmente). Los conocimientos aprendidos y adquiridos al lado de su hermano mayor, William Hunter, en Londres, le facilitaron iniciar con la colección de diversas especies animales y de cadáveres (que adquiriría de manera ilegal, desenterrando o robando prácticamente los cuerpos), con la idea de crear un museo didáctico de anatomía comparada. Esta idea surgió por las condiciones que la educación médica tenía en el siglo XVIII en Londres. Las escuelas de anatomía eran consideradas riesgosas, por las múltiples dificultades que implicaba trabajar con cadáveres; pero el cirujano desea-

ba incrementar su práctica para un mejor entendimiento de sus clases teóricas; para este propósito las preparaciones de Hunter eran idóneas. Adaptó la casa heredada de su hermano para impartir clases de anatomía humana comparada, para prácticas de disección en animales y cadáveres, y realización de preparaciones de órganos. Además, en este mismo lugar se efectuaron las reuniones semanales de la sociedad estudiantil *Lucem Medicum Londinense*, en las que cada miembro debía exponer una investigación original, la cual era objeto de evaluación con el fin de premiar cada año el mejor trabajo con una medalla de oro.<sup>5</sup>

El museo-casa contaba con 14 mil preparaciones a la muerte de Hunter. Infortunadamente, parte de esta colección fue destruida en la segunda guerra mundial. Actualmente las preparaciones se pueden apreciar en el *Royal College of Surgeons* de Inglaterra.<sup>5</sup>

En el siglo XIX, Luis Pasteur (1822-1895) utilizó animales para el estudio de varias enfermedades infecciosas; sus modelos variaron desde el gusano de seda hasta el perro. Claude Bernard (1813-1878), fundador de la “fisiología experimental”, se cuestionó aspectos que sólo se podían contestar a través de las técnicas experimentales de vivisección, las cuales perfeccionó con elegantes experimentos, por ejemplo la demostración del acción del curare en el músculo esquelético, el metabolismo de los carbohidratos en el hígado, la función pancreática y gástrica, entre otros. En su *Introducción al estudio de la medicina experimental* (1865), definió claramente los principios fundamentales de toda investigación científica y enfatizó la necesidad de usar modelos animales para el progreso de la medicina experimental.<sup>7</sup> La cirugía, a partir de esta etapa, no aceptaría ninguna aportación que no fuera sustentada en estudios experimentales.<sup>4,8</sup> A pesar de sus múltiples aportaciones, fue criticado severamente por la Sociedad *Victorian Street*, que sería la primera sociedad antiviveccionista en Inglaterra.<sup>8</sup>

Con Iván Pavlov (1849-1936) se inició la era fisiológica en el estudio de la secreción gástrica; sus estudios clásicos demostraron la participación de los impulsos nerviosos, los órganos de los sentidos y los reflejos condicionados sobre células productoras de ácido gástrico. Su modelo experimental más conocido en la cirugía fue con perros.<sup>5</sup>

Después del descubrimiento de la anestesia en la primera mitad del siglo XIX, se incrementó el uso de animales de experimentación, además de considerarse parte básica e integral de la investigación biomédica.<sup>8</sup>

Lo anterior contribuyó para impulsar los avances en la medicina y cirugía, por lo cual se incrementaría el uso de animales en la experimentación. Simultáneamente se iniciaron las protestas en contra. Todo esto contribuyó para el establecimiento de los laboratorios de cirugía experimental.

En México se desarrolló a partir de dos influencias: la primera basada en William S. Halsted (1852-1922) cuando organizó en 1895 un laboratorio de cirugía experimental en el Hospital John Hopkins y con John Collins Warren (1778-1856) en 1903 fundó la Escuela Médica de Harvard,<sup>5</sup> con la idea de resolver problemas

clínicos en modelos animales y aplicarlos para la selección de los estudiantes de medicina aspirantes a cirujanos. La segunda influencia más destacada es la generada por los trabajos experimentales de Alexis Carrel (1873-1944), sobre sutura vascular y trasplantes de vasos y órganos en animales, mismos que le valieron el Premio Nobel de Medicina en 1912.<sup>6,9</sup>

Se debe referir la participación del neurocirujano Harvey W. Cushing (1869-1939) en la formación del laboratorio de cirugía experimental. Usó modelos animales en sus investigaciones, así como para el entrenamiento de estudiantes en el laboratorio de la Escuela de Medicina de Harvard en el Departamento de Cirugía, Hospital Peter Bent Brigham.<sup>7,10</sup>

En 1917, el doctor Darío Fernández Fierro fundó en el Hospital General de la ciudad de México, el primer laboratorio de cirugía. En el mismo año se impartió por primera vez la cátedra Técnicas y Educación Quirúrgica, es decir, cirugía experimental en animales, con el objetivo de iniciar a los estudiantes de la Escuela Nacional de Medicina en la educación quirúrgica y en diversas maniobras quirúrgicas. En 1926, con el apoyo del entonces director de la Escuela Nacional de Medicina, el doctor Fernando Ocaranza, se incorporó al plan de estudios y en 1929 integró parte de los créditos del quinto año de la carrera, la cátedra de Técnica Quirúrgica en Animales (perros) cuyo profesor titular fue el doctor Julián González Méndez, quien al combinar su ejercicio profesional de cirujano con su experiencia en el laboratorio de cirugía, tuvo la oportunidad de diseñar modelos experimentales en humanos, mismos que nunca antes se habían realizado en el país, tales como lobectomía y neumonectomía.<sup>11-16</sup>

A partir de 1946 se suprimió esta asignatura durante 19 años, hasta que el doctor Trifón de la Sierra, jefe del Departamento de Cirugía Experimental de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), reorganizó en 1965 el curso Técnica y Educación Quirúrgica, y se incorporó al plan de estudios en 1967,<sup>17</sup> mismo que se mantiene a la fecha con prácticas en conejos.<sup>18</sup> Además, se impulsó y promovió la investigación quirúrgica usando modelos experimentales en animales.<sup>11</sup>

Actualmente, además de la Facultad de Medicina de la UNAM, diversas escuelas y facultades de medicina cuentan con laboratorios de cirugía experimental; y algunos hospitales han incorporado esta asignatura teórico-práctica en sus planes y programa de estudios de las carreras de medicina (pregrado) y en los estudios de posgrado, con el propósito de promover la investigación quirúrgica entre los estudiantes.<sup>19,20</sup>

## Consideraciones bioéticas sobre los modelos quirúrgicos experimentales

Los fundamentos de la cirugía científica son la observación, la investigación clínica y la investigación experimental, que puede realizarse en seres humanos, respetando los principios de la éti-

ca, pero la mayor parte de la investigación quirúrgica se lleva a cabo en animales de laboratorio.

El proceso histórico-bioético que implica el uso de modelos animales en experimentación ha sido juzgado desde tiempos remotos. Uno de los factores más discutidos era el dolor y sufrimiento de los animales en los experimentos, pero esto se justificaba por las aportaciones al avance de la ciencia y la idea de que los animales no tenían alma y por lo tanto no sentían. Santo Tomás de Aquino (1225-1274) afirmó que los animales “no tienen razón, no tienen derechos, por lo tanto el ser humano no tiene responsabilidades hacia ellos”. Leonardo da Vinci (1452-1519) aportó conocimientos sobre la anatomía comparada en perros y gatos, y predijo que la experimentación en animales sería juzgada como un crimen. Descartes (1596-1650), por su parte, aseguró que los animales no sentían ni pensaban en forma racional y consciente, ya que sus respuestas a los estímulos dolorosos eran solamente reflejos.<sup>1</sup>

En los siglos XVIII y XIX, la doctrina cartesiana justificó los experimentos realizados en animales ya que se consideraba que los animales no tenían capacidad de sentir dolor. Sin embargo, en Inglaterra, el filósofo Jeremy Bentham (1748-1832)<sup>8</sup> expresó sus dudas y debatió los planteamientos de esta doctrina en su *Introduction to the principles of morals and legislation* (1789), donde se encuentra su frase “la pregunta no es ¿pueden razonar? o ¿pueden hablar?, sino: ¿pueden sufrir?”. Por otro lado, el filósofo Shopenhauer (1788-1860) se opuso a la opinión de Descartes, argumentando que los animales compartían con los humanos la capacidad de sufrir y la conciencia.<sup>1</sup>

Fue en Inglaterra, en 1875, donde se inició el primer movimiento antiviveccionista, que se oponía fuertemente a la experimentación con animales, conocida como la Sociedad *The Victorian Street* y, en 1876 se aprobó la primera ley de protección de animales en experimentación: *Cruelty to Animals Act*. Posteriormente en 1882, en Suecia, se fundó la Sociedad Nórdica contra Experimentos Dolorosos en Animales.

Durante el siglo XX adquirió mayor importancia el tema de justificar los experimentos en animales, así se organizaron asociaciones y se aprobaron leyes en diversos países, principalmente en Europa, para evitar la crueldad hacia los animales y algunas de ellas incluyeron a los usados en la experimentación científica. En las diversas reuniones y congresos realizados dentro y fuera de la comunidad científica<sup>8</sup> donde se discutía el tema, era tal el debate que algunos llegaron a ser casos de discusión política.

Paralelamente surgieron diversas posturas en la experimentación con animales, por un lado quienes se oponen a la utilización de animales en experimentos científicos o antiviveccionistas, que generalmente son organizaciones ecologistas o de protección de los animales; quienes pretenden que los experimentos se realicen de acuerdo con normas que eviten el sufrimiento y muertes innecesarias de los animales; y quienes plantean la necesidad de buscar modelos alternativos de experimentación a los modelos animales. Estas dos últimas posturas son más afines a las de los miembros de la comunidad científica.<sup>8</sup>

Sin embargo, aumentó el número de animales y de especies utilizadas en la experimentación. Los roedores, en especial el ratón, hasta la fecha es utilizado en 90% de las investigaciones. Las sociedades científicas y los gobiernos de diversos países han trabajado para regular el uso de animales en experimentación.

En 1959, Russell y Burch<sup>21</sup> publicaron su propuesta en *Principles of human experimental technique*, conocida como la propuesta de las “tres erres”: reducción, refinamiento y reemplazo. Es decir, reducir el número de ejemplares animales utilizados en cada experimento; refinar las técnicas de experimentación, de modo tal que sea posible evitar dolor o sufrimiento innecesario para los fines del ensayo científico; y reemplazar el uso de los animales vertebrados vivos y conscientes, por otros métodos o modelos de experimentación alternativos, esto comprende métodos biológicos (como microorganismos, preparaciones *in vitro* desde fracciones subcelulares, sistemas celulares de corta duración, cultivo de tejidos, perfusión de órganos completos y, en algunos casos, embriones de invertebrados y vertebrados) y métodos no biológicos (que incluyen modelos matemáticos y modelos computarizados).<sup>8</sup> Entre los argumentos que apoyan el uso de los animales en ciertas investigaciones, algunos sugieren que los sistemas *in vitro* no pueden simular y reproducir las situaciones encontradas *in vivo*, además, estos modelos a menudo no pueden imitar al complejo cuerpo humano o animal y la continuación del progreso de salud y del bienestar de éstos. Sin embargo, desde la década de 1960 y hasta la de 1990, algunos países aplicaron la propuesta de las tres erres, y redujeron el número de animales utilizados en los laboratorios.

En 1956 se crea el actual ICLAS, *Internacional Council for Laboratory Animal Science*, como organización mundial para promover altos estándares de calidad en el laboratorio experimental con animales, así como el trato humanitario en la prácticas de investigación científica.<sup>22</sup>

La Federación Europea de las Asociaciones Científicas en Animales de Laboratorio (FELASA) integrada en 1978 por asociaciones científicas independientes, nacionales y regionales de laboratorios de animales en Europa, recomienda el desarrollo de la educación y entrenamiento para quienes usan animales de experimentación. Actualmente en varios laboratorios europeos donde se requiere el uso de animales de experimentación, es obligatorio presentar y aprobar el curso avalado por esta asociación. Información sobre esta Asociación, así como sus recomendaciones y sugerencias se pueden consultar en la página electrónica de la FELASA.<sup>23</sup>

La Fundación Científica Europea es una asociación de 67 organizaciones de fondos mayores para la ciencia en 27 países europeos, la cual ilustra la posición del uso de los animales enfatizando los requisitos para el cuidado de los animales, alternativas y éticas y la responsabilidad del investigador en el conocimiento de estos requisitos. En el 2000, estableció sus puntos de vista sobre cómo trabajar con animales en investigación, los cuales se pueden consultar en la página electrónica de la misma.<sup>24</sup>



En Estados Unidos, en 1950 se formó la Asociación Americana Científica de Animales de Laboratorio, basada en el trato humano de los animales de experimentación, para mantener la alta calidad de la investigación.

En México, la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, publicó en el Diario Oficial del Gobierno Mexicano, el 28 de junio de 2001, la *Norma Oficial Mexicana NOM-062-ZOO-1999, especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de los animales de laboratorio*.

México es miembro del ICLAS a través del ACCMAL (*Associations of Central America, Caribbean and Mexico Laboratory Animal Science*).

Actualmente, para toda actividad científica que involucra experimentos con animales es de gran importancia asumir la responsabilidad de su bienestar. Se consideran requisitos indispensables para trabajar con modelos animales: cuidado apropiado y manejo humanitario; contar con grupos de individuos homogéneos sanos, en calidad y número adecuados, criados en un ambiente controlado y hasta donde sea posible libre de factores que les produzcan estrés o sufrimientos innecesarios (ya que se acepta que el estrés en animales causa cambios en su fisiología, su bioquímica y su comportamiento que pueden invalidar los resultados de un experimento bien diseñado); el diseño y la realización de los procedimientos con base en su relevancia para la salud humana y animal, avance del conocimiento y bienestar de la sociedad; el uso apropiado de sedación, analgesia y anestesia; y, establecimiento del punto final en los experimentos. La eutanasia puede ser necesaria al final del protocolo o antes para eliminar el dolor y el estrés que no pueda ser aliviado con analgésicos, sedantes u otros tratamientos, por lo tanto, se deben incluir los criterios para realizar la eutanasia en los protocolos y asegurar que el punto final del experimento sea humanitario y al mismo tiempo se logren los objetivos del protocolo.<sup>7,11,25,26</sup>

En consecuencia, la investigación quirúrgica de calidad incluye estos principios, además, considera los procedimientos en términos generales en mayores y menores, y con supervivencia o muerte en inconsciencia. La cirugía mayor con supervivencia penetra y expone las cavidades corporales y produce un deterioro sustancial de las funciones físicas o fisiológicas. La cirugía menor con supervivencia no expone cavidades corporales y puede no causar menoscabo físico o éste puede ser mínimo, además, con frecuencia se realizan bajo condiciones menos rigurosas que los procedimientos mayores, pero también requieren técnicas e instrumental estériles y de una anestesia adecuada.

La planeación prequirúrgica varía según la especie animal y el procedimiento a realizar, pero se deben especificar los requerimientos de vigilancia, el cuidado posquirúrgico y el mantenimiento de registros. El personal debe estar capacitado para llevar a cabo tareas como la recuperación de la anestesia en un espacio limpio y seco, la comprobación de las funciones biológicas básicas de ingestión y excreción y los signos conductuales

de dolor posoperatorio, la detección de infecciones posquirúrgicas, la observación de la herida quirúrgica, el vendaje adecuado y la remoción oportuna de las suturas, grapas y pinzas.<sup>7</sup>

## Los modelos experimentales en la educación quirúrgica

La historia de la cirugía muestra la importancia del laboratorio de cirugía experimental en la formación del médico y del cirujano y de su contribución en la incorporación de nuevos conocimientos producto de la investigación.

En el laboratorio de cirugía se diseñan y aplican en animales (modelos experimentales) diferentes procedimientos quirúrgicos, antes de utilizarlos en seres humanos. En el laboratorio nacieron las técnicas de cirugía gastrointestinal, vascular, cardiopulmonar y de trasplante de órganos, entre otras, pero también se investigó en modelos animales experimentales la respuesta al trauma, la influencia de la nutrición, infecciones quirúrgicas y la acción de diferentes fármacos. Siendo la mayoría de éstas técnicas elaboradas por cirujanos, utilizadas por ellos y por médicos de otras especialidades.<sup>27</sup>

Los modelos experimentales permiten la aceptación o el rechazo de una hipótesis, siendo de vital importancia su planeación y elaboración cuidadosa, siguiendo en forma metódica la técnica del mismo. Para esto es necesario tener un pensamiento lógico, que no es otro que el método científico, cuyos antecedentes más antiguos se encuentran en un pensamiento inquisitivo, la duda sistemática y la disposición para encontrar las respuestas.<sup>28</sup> En cirugía experimental es posible utilizar diferentes tipos de modelos: teóricos, que expliquen un objeto, sistema o fenómeno; matemáticos, que expliquen una función o alteración de la misma; estructurados, en seres vivos (humanos o animales) en quienes podemos manipular las variables para obtener la respuesta a una interrogante.

Otros modelos ofrecen la práctica quirúrgica necesaria para el cirujano en formación, con el fin de facilitar su ejecución y obtener mejores resultados en pacientes. Estos simuladores generalmente son animales que permiten tener una situación más cercana a la realidad. También se encuentran modelos de origen vegetal, maniqués o modelos inanimados con tablas quirúrgicas.

Además, en el laboratorio de cirugía experimental se plantean nuevas técnicas quirúrgicas, se diseñan, modifican y mejoran las herramientas para realizarlas, así como instrumental quirúrgico y material de sutura; y facilita la comprensión de los procedimientos de diagnóstico y terapéuticos,<sup>11</sup> siendo así indispensable para la enseñanza y educación de los cirujanos u otras especialidades quirúrgicas.

Actualmente es un requisito que el alumno entienda y participe en la investigación quirúrgica desde la carrera de medicina. Se debe entender a la investigación quirúrgica en un concepto más amplio que el de cirugía experimental, ya que implica contribuir al progreso de la disciplina en beneficio de quien lo recibe y quien lo ejerce; además, permite aprender un modo diferen-

te de hacer las cosas, desarrollar capacidad de autocritica y mayor habilidad para resolver problemas cotidianos, despertar, cultivar y ejercer la iniciativa y espíritu científicos.<sup>29</sup>

Las escuelas de cirugía más prestigiadas en el mundo cuentan con un servicio de cirugía, en el cual la docencia y la investigación en modelos animales están estrechamente relacionadas con los servicios asistenciales hospitalarios.

En México existen pocos servicios de cirugía experimental y casi todos concentrados en el área metropolitana de la ciudad de México.<sup>30,31</sup> En el servicio de cirugía experimental del Centro Médico Nacional 20 de Noviembre, del Instituto de Servicios y Seguridad Social de los Trabajadores del Estado (ISSSTE), además de impartir desde 1974 a residentes y médicos de especialidades quirúrgicas el curso “Cirugía General con Práctica en Animales”, se realizan actividades de investigación quirúrgica con diversos modelos animales. Esto ha favorecido el desarrollo de múltiples proyectos de investigación de ciencias básicas, en la clínica y en mayor proporción en la investigación quirúrgica.

Un ejemplo a destacar en esa institución es el proyecto “Angiogénesis terapéutica. Trasplante de células de médula ósea en túneles de fibrocolágena en un modelo de isquemia”. Proyecto surgido, planteado y realizado en su mayor parte en el Servicio de Cirugía Experimental, el cual ha requerido la participación de especialistas de diversas áreas quirúrgicas y básicas. Se inició experimentando con ratas y después con perros. En ambos modelos se obtuvo un incremento en la neoformación de vasos en el tejido muscular isquémico,<sup>32,33</sup> lo cual dio el sustento para realizar un estudio en pacientes con isquemia severa de extremidades —quienes tienen como única opción terapéutica la amputación— para trasplantarles células mononucleares de médula ósea autóloga en túneles de fibrocolágena previamente formados en la extremidad afectada.

Aún falta aplicar este estudio en humanos, pero éste es un claro ejemplo del gran apoyo de los experimentos con modelos animales.

## Conclusiones

La cirugía y la medicina en general exigen un conocimiento riguroso del origen y evolución de las enfermedades, los procedimientos y medios terapéuticos apropiados y su correcta aplicación. Por esta razón es necesario fortalecer las bases científicas en los programas y planes de estudio para la formación y el adiestramiento de los médicos generales y de los especialistas, reforzando las bases fisiológicas y clínicas del conocimiento para realizar la cirugía,<sup>4,34</sup> y apoyándose en la investigación.

El cambio del cirujano técnico al cirujano científico depende en gran medida de su participación en la investigación. Aunque puede hacerse investigación quirúrgica en seres humanos, respetando las normas éticas, la mayor parte de la investigación quirúrgica se realiza en el laboratorio experimental, donde se diseñan y aplican en animales diferentes procedimientos quirúrgicos antes de utilizarlos en seres humanos.

La cirugía experimental contribuye a la educación y la formación de los médicos y cirujanos, ampliando, complementando, reforzando y perfeccionando el caudal de sus conocimientos y destrezas en el vasto campo de la cirugía, adquiridos durante el periodo de especialización.<sup>35</sup> Además, favorece la formación de un pensamiento científico e inquisitivo, los interesa en la investigación y, por lo tanto, participan en el progreso de la cirugía, la terapéutica y la medicina como ciencia.

## Agradecimientos

Al doctor Eduardo Cárdenas Lailson, jefe de Cirugía Experimental, Hospital General “Dr. Manuel Gea González”, así como a Sebastián Tolosa Jablonski, de diseño editorial.

## Referencias

1. De Aluja AS. Animales de laboratorio y la Norma Oficial Mexicana (NOM-62-ZOO-1999). *Gac Med Mex* 2002;138:295-298.
2. Zivin JA. Naturaleza y alcance de los ensayos clínicos. *Investigación y Ciencia* 2000;51-58.
3. Lyons AS, Petrucelli RJ. Historia de la medicina. España: Parke-Davis. Doyma; 1983.
4. Archundia A. Educación quirúrgica para el estudiante de ciencias de la salud. México: Méndez Editores; 1997.
5. www.whonamedit.com/doctor.cfm/84.html (consultado el 30 de agosto de 2006).
6. Izquierdo JJ. Harvey Cushing, iniciador del método experimental. México: Ediciones Ciencia; 1936.
7. Van Zutphen LFM, Baumans V, Beynen AC. Principles of laboratory animal science. Revised edition. The Netherlands: Elsevier; 2001.
8. Gutiérrez SC. El modelo experimental en cirugía. *Perspectiva histórica. Ciruj Gen* 2000;22:272-278.
9. Padilla SL. Historia de la cirugía experimental en México. *Ciruj Gen* 1996;18:4-7.
10. Fulton JF. Harvey Cushing: a biography. Springfield, IL: Historical Library, Yale Medical Library Charles C Thomas; 1946. p. 754.
11. Santillán DP, Escalante TT. La cirugía experimental y el cirujano. En: Asociación Mexicana de Cirugía General, Consejo Mexicano de Cirugía General. *Tratado de Cirugía General*. México: El Manual Moderno; 2002. pp. 1551-1559.
12. González MJ, Celis A. Cirugía endotorácica: consideraciones generales y relación de los trabajos realizados. *Rev Mex Tuberc* 1941;3:271-282.
13. González MJ, Celis A. Técnica de neumonectomía total izquierda con el perro. *Rev Mex Tuberc* 1941;3:283-289.
14. Universidad Nacional Autónoma de México. Plan de Estudios de la Escuela Nacional de Medicina. México: UNAM; 1926.
15. Rodríguez PC, Vázquez OR. Apuntes históricos del inicio de la cirugía experimental en México (1918-1963). *Gac Med Mex* 2000;136:163-167.
16. Vázquez CJ, Padilla SL, Vázquez MD. Los inicios de la escuela quirúrgica mexicana. *Rev Mex Angiol* 1992;20:4-7.
17. Universidad Nacional Autónoma de México. Plan de Estudios de la Facultad de Medicina, México: UNAM; 1967.
18. Universidad Nacional Autónoma de México. Plan de Estudios de la Facultad de Medicina. México: UNAM; 1993.
19. Valdés GR. La investigación como fundamento de la cirugía. *Ciruj Gen* 1996;18:120-122.

20. De la Cruz EC, Velasco PN, Torres AP, et al. ¿Es deficiente la enseñanza de la cirugía general a nivel de pregrado? *Ciruj Gen* 1992;14:4-7.
21. Russel WMS, Burch RL. The principles of humane experimental technique. Special edition. Potrees Bar, UK: Univ Fed. Animal Welfare; 1992.
22. <http://www.iclas.org/index.htm> (consultado el 30 de agosto de 2006).
23. <http://www.felasa.org/mission.htm> (consultado el 30 de agosto de 2006).
24. <http://www.esf.org/ftp/ddf/SciencePolicy/ESPB.pdf> (consultado el 30 de agosto de 2006).
25. Santillán DP. Ética en la investigación biomédica: más que una posibilidad una necesidad. *Ciruj Gen* 1994;16:181-186.
26. Santillán DP, Jasso VR, Sotres VA, et al. El animal de laboratorio. *Rev Inst Nal Enf Resp Mex* 1995;8:243-248.
27. Aldrete J. La cirugía en los albores del siglo XXI. *Cir Gen* 1992;14:83-85.
28. Santillán DP. Quirón y otros mitos: importancia de la cirugía experimental en el currículum del cirujano general. *Cir Gen* 1996;18:138-144.
29. Toledo-Pereyra LH. El cirujano y la ciencia: el cirujano científico. Conceptos en su desarrollo y formación. *Ciruj Gen* 1992;14:25-28.
30. Ramírez BE, León LG, Ramírez GM, et al. La investigación quirúrgica vista a través de los trabajos libres presentados en el XVII Congreso de Cirugía en 1993. *Ciruj Gen* 1994;16:159-163.
31. Ramírez BE. A 20 años de la Asociación Mexicana de Cirugía General y 15 de su órgano informativo *Cirujano General*: ¿misión cumplida? *Ciruj Gen* 1993;15:193-195.
32. Padilla L, Kröttsch E, Schalch P, Figueroa S, Miranda A, Rojas E, et al. Administration of bone marrow cells into surgically induced fibrocollagenous tunnels induces angiogenesis in ischemic rat hindlimb model. *Microsurgery* 2003;25:276-278.
33. Padilla L, Kröttsch E, De la Garza AS, et al. Bone marrow mononuclear cells stimulate angiogenesis when transplanted into surgically induced fibrocollagenous tunnels: results from a canine ischemic hindlimb model. *Microsurgery* 2007;27(2):91-97.
34. Martínez Dubois S. ¿Cirugía experimental o investigación quirúrgica? En los planes de estudio de medicina en México. *Ciruj Gen* 1996;18/1:145-148.
34. Valle A, Padilla L, Olguín H, et al. La importancia del laboratorio de cirugía experimental en la formación del cirujano. *Ciruj Gen* 1992;14:70-76.